This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

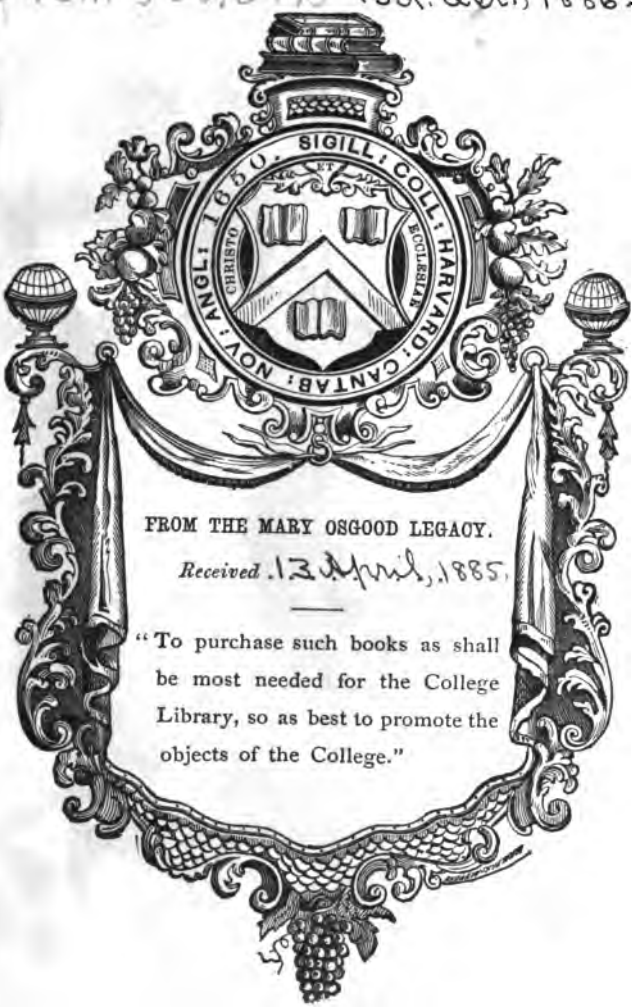
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Chem 566.64.5 Bd. Oct., 1886.



FROM THE MARY OSGOOD LEGACY.

Received 13 April, 1885.

"To purchase such books as shall be most needed for the College Library, so as best to promote the objects of the College."

SCIENCE CENTER LIBRARY

F. 2136

Ueber

Pflanzenernährung, Bodenerschöpfung

und

Bodenbereicherung,

mit Beziehung auf Liebig's Ansicht der Bodenausraubung durch die moderne Landwirthschaft.

Von

Karl Heinrich

Dr. Schultz-Schultzenstein,

ordentl. Professor der Universität zu Berlin.

Berlin, 1864.

Verlag von Julius Springer.

Monbijou-Platz Nr. 3.

☞ Aufgeschnittene und gelesene Exemplare werden nicht zurückgenommen.

Ueber

Pflanzenernährung, Bodenerschöpfung

und

Bodenbereicherung,

mit Beziehung auf Liebig's Ansicht der Bodenausraubung durch die moderne Landwirthschaft.

Von

Karl Heinrich

Dr. Schultz-Schultzenstein,

ordentl. Professor der Universität zu Berlin.

Berlin, 1864.

Verlag von Julius Springer.

Monbijouplatz Nr. 3.

E. 2/36
Chem 568.64.5

APR 13 '65

Vorrede.

Die nächste Veranlassung zum Erscheinen dieser Schrift gab die 24ste Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe zu Königsberg. Ich war zur Theilnahme an den naturwissenschaftlichen Verhandlungen dieser Versammlung durch das Präsidium derselben eingeladen, und interessirte mich für die dort in erster Linie aufgestellte Frage wegen der Liebig'schen Theorie der Ausraubung des Bodens durch die moderne Landwirthschaft um so lebhafter, als ich sie bei meinen pflanzenphysiologischen Studien theoretisch, und früher schon bei Leitung der Bewirthschaftung meiner eigenen Besitzungen praktisch zu prüfen Gelegenheit gefunden hatte. Ich fand dort in Behandlung dieser wichtigen Frage die rein chemischen Gesichtspunkte Liebig's vorzugsweise vertreten, und es schien mir auffallend, daß die große Reihe neuer Thatsachen, welche ich über den Gegenstand in Rede schon in meiner Schrift: „die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung" kennen gelehrt hatte, dabei entweder unbekannt oder doch unberücksichtigt erschienen, obgleich sie Aufschluß über Dinge geben, die hier völlig zweifelhaft oder streitig blieben, was mir damit zusammenzuhängen schien, daß solche Fragen der Pflanzenkultur, die wesentlich physiologischer Natur sind, hier als rein chemische oder physikalische behandelt, und eben dadurch mit der Praxis der Pflanzenkultur in Widerspruch gebracht würden. Die Liebig'sche Ansicht läuft darauf hinaus, die thierische Düngung (den Stalldünger) abzuschaffen, dagegen die Düngung mit menschlichen Excrementen einzuführen. Nach Liebig ist die thierische Düngung das Raubsystem, woran alle alten europäischen Kulturländer untergegangen sein, und die neuen der Prophezeihung nach untergehen sollen, während der Menschendünger angeblich das chinesische Reich auf den höchsten Kulturgrad gebracht haben und darum das chinesische System bei uns nachgeahmt werden soll. Der Widerspruch dieser Behauptungen ist so auffallend, daß man kaum glauben sollte, daß es Landwirthe oder Gärtner geben könnte, welche sich mit der Frage, ob man den Thierdünger abschaffen und den Menschendünger dafür ein-

führen solle, ernstlich beschäftigen könnten, weil auch ohne tiefere wissenschaftliche Untersuchung der gesunde Sinn bald einsieht, daß gerade diejenigen, welche, wie Liebig, sonst sagen, daß der Mensch überhaupt nichts als Thier, und wie dieses ein Werk seiner Außenverhältnisse sei und daß zwischen Thier und Mensch ein wesentlicher, wenigstens körperlicher Unterschied nicht bestehe, nicht sollten behaupten dürfen, daß dessenungeachtet zwischen thierischem und menschlichem Dünger ein fast so absoluter Unterschied wäre, daß der Thierdünger dadurch zum Räuber, der Menschendünger dagegen zum Wiederhersteller der Fruchtbarkeit der Aecker gemacht werden könnte. Der große Anhang, den diese Münchener Hypothese in Königsberg, wie auch in Berlin, diesen Sitzen der wissenschaftlichen Intelligenz, fand, erschien mir um so bemerkenswerther, als jeder einigermaßen nur politische Kopf ohne gelehrte chemische Theorieen bald zu der Einsicht gelangt, daß es bedenklich sein müsse, die deutsche und europäische Garten- und landwirthschaftliche Kultur durch angeblich chinesische Muster zu einem höheren Grad der Vollendung bringen zu wollen, während wir sonst annehmen, daß die chinesische Bildung überhaupt stillestehend geblieben und seit Jahrtausenden keine Fortschritte gemacht habe, wonach es naturgemäßer sein muß anzunehmen, daß wenn die Chinesen sich des Stalldüngers im Land- und Gartenbau nicht bedienen, dieß nicht ein nachzuahmender Vorzug, sondern ein sehr großer Mangel wäre, den Europa längst überwunden hat. Es erschien hiernach die traditionelle unkritische Verbreitung, ja Vertheidigung der Liebig'schen landwirthschaftlichen Glaubensartikel als eine Verirrung des naturwissenschaftlichen Zeitgeistes auf abgelebte Gebiete einer todten Aufklärung, die um so bedenklicher wird, wenn die Regierungen es unternehmen damit die Oekonomie des Land- und Gartenbaues zu leiten, so daß die Hinweisung der Praxis der Pflanzenkultur auf einen der lebenden Natur gemäßen Weg als ein Bedürfniß der Wissenschaft und der Zeit sich geltend macht. — Die in §. 26 beschriebenen vergleichenden Versuche wurden zur Ueberzeugung der Mitglieder der Versammlung zu Königsberg im botanischen Garten ausgeführt; die aus Weinsteinsäure gewonnene Luft dann im neuen Universitätsgebäude in öffentlicher Sitzung von Kohlensäure befreit und das gereinigte Sauerstoffgas verbrannt.

Berlin, den 24. December 1863.

Dr. Schultz-Schultzenstein.

Inhalt.

Seite

Einführung 1
Die Kulturſyſteme der Landwirthſchaft 3
I. Beurtheilung der Liebig'ſchen Theorie der Bodenausraubung 5
1. Liebig's hiſtoriſche Gründe für die Kultur der Bodenverarmung . . 5
Die jetzige römiſche Landwirthſchaft 8
2. Liebig's wiſſentchaftlich-chemiſche Gründe für die Annahme einer Verarmung und Ausraubung des Bodens durch das jetzige Wirthſchaftsſyſtem 13
a. Die verſchiedenen Pflanzenernährungstheorieen 13
Theorie der Bodenernährung 14
Theorie der Lufternährung 15
b. Das Eigenthümliche der Sauſſure-Liebig'ſchen Theorie . . . 16
c. Die Liebig'ſche Düngerſündentheorie 17
A. Praktiſche Prüfung der Mineraltheorie 19
Gründe gegen die Lufternährung 25
Verhalten der Liebig'ſchen Theorie zur Bonitirungspraxis 27
B. Theoretiſch-wiſſenſchaftliche Prüfung 28
a. Die künſtliche Trennung der Pflanzennahrung in viele Elemente, die aus verſchiedenen Quellen ſtammen ſollen 28
b. Thatſachen, welche die Einheit der Pflanzennahrung beweiſen . 31
c. Die Theorie des Urhumus 34
II. Eigene Unterſuchungen 36
A. Humusbildung und Bodenbereicherung 36
a. Humusbildung ohne Dünger 36
b. Widerlegung der Theorie der Waſſerverdichtung oder Hydratbildung 37
c. Das Waſſer als Träger der Pflanzennahrung 39
d. Verhältniß der Wälder zur Pflanzenkultur 40
e. Die Bewäſſerungs-Kulturen 43

Seite

f. Nähere Betrachtung der Theorie des Urkohlenstoffs und des Ursprungs der Steinkohle 46
g. Die neuen Versuche über die Respiration der Pflanzen . . . 48
h. Die Theorie der Luftverbesserung durch die Pflanzen 55
B. Humusconsumtion und Bodenerschöpfung 57
a. Bodenerschöpfung durch Nahrungsconsumtion 57
b. Düngung 64
c. Kloakenfrage 67
d. Gipsdüngung 71
Schluß 74

Einführung.

§. 1.

Die Landwirthschaft hat darin mit der Medizin Aehnlichkeit, daß sie es, wie diese, mit der Kultur lebender Wesen zu thun hat, und daß sich beide einerseits auf Kenntniß der Naturgesetze gründen, anderseits aber das Ziel der Naturveredlung und Verbesserung für menschliche Zwecke haben. Beide kommen auch darin überein, daß in ihnen Theorie und Praxis häufig nicht übereinstimmen; daß gute Practiker oft die Thorieen verwerfen, weil sie in der Praxis unausführbar sind oder sich in der Anwendung nicht bewähren, während die Theorie ihrerseits oft empirisch gewonnene praktische Methoden als sogenannten practischen Schlendrian verwirft und auf rationelle Wege dringt, ohne für die Richtigkeit ihrer Rationalität gerade immer Gewähr leisten zu können. So finden wir denn in der Landwirthschaft wie in der Medizin eine Spaltung, einen Kampf zwischen Theorie und Praxis, der weit entfernt ist sich sogleich ausgleichen zu lassen und der gerade in unserer Zeit auf beiden Gebieten, in der Medizin wie in der Landwirthschaft eine gewisse Höhe erreicht hat, und dazu führt, daß Theorie und Praxis oft ihre gesonderten Wege gehen und gegenseitig aus einander nicht immer den gehörigen Nutzen ziehen. Die chemischen Theorien, welche hartnäckig auf ihre Consequenzen bestehen, haben in unserer Zeit in der Landwirthschaft wie in der Medizin einen gewissen Uebermuth erreicht, indem sie oft die ganze Lebenspraxis umrennen, die sich mit ihrem Strom nicht forttreiben lassen will, und verächtlich auf geschichtliche Autoritäten, wie in der Oeconomie auf Thaer, Schwerz herunterblicken, deren Ansichten in die herrschenden rationellen Consequenzen der jetzigen Zeit der Iatrochemie nicht passen.

In der Praxis erneuert sich das Bedürfniß der Theorie immer wieder, so oft sie auch verworfen werden mag, weil hier viel neue Fälle und Verhältnisse eintreten, wo uns die alten Methoden verlassen

und Aufklärung nothwendig ist; die Theorie empfindet wieder das Bedürfniß, ihre Wahrheit an der Praxis zu prüfen, und so werden beide gegenseitig auf einander immer wieder zurückgewiesen, so weit sie auch sonst auseinandergehen. Es ist auch keinem Zweifel unterworfen, daß sich am Ende Wege zur Vereinigung beider durch die rechte und wahre Theorie finden müssen.

Darüber sich klar zu werden, scheint mir von besonderer Wichtigkeit.

Die Landwirthschaft tritt durch die Pflanzenkulturen sehr nahe an die Medizin heran, in der man sich jetzt schon mehr als früher mit der Kultur der Arzneipflanzen beschäftigt, die am Ende auf die allgemeinen Prinzipien der Kultur ökonomischer Pflanzen zurückgeführt werden muß; und dieß ist eben mit die Veranlassung gewesen, daß ich von meinen botanischen Studien aus die Pflanzenkultur näher ins Auge gefaßt habe, wobei ich die Widersprüche der herrschenden chemischen Pflanzenkulturtheorieen mit der Praxis bald empfunden und beide auf mehr physiologischen Wegen in Uebereinstimmung zu bringen gesucht habe. Es handelt sich dabei, wie ich sogleich aussprechen will, um den Gegensatz der Physiologie als Lebenslehre der Pflanzen, welche die Pflanzen als lebenskräftige und lebensmächtige Wesen betrachtet, welche die todte Außenwelt sich unterordnen; gegen die rein physikalischen und chemischen Theorieen, nach denen man die Gewächse als todte Stoffgemische betrachtet, die sich ohne Rücksicht auf Lebensthätigkeit nach chemischen Gesetzen zusammensetzen lassen sollten; es handelt sich darum, daß die Pflanzenphysiologie die Nähr- und Düngerstoffe der Gewächse nur als Mittel zum Lebenszweck, als Lebensmittel betrachtet, während dieselben nach den chemischen Theorieen als Bestandtheile des Lebens und Lebenszweck der Pflanze selbst betrachtet werden, ohne daß man der Lebensthätigkeit der Pflanze in der Verarbeitung und Verdauung der Nährstoffe ihr Recht zuerkennen will. (§. 35.)

Von diesem Standpunkt aus ist es nun, daß ich zuerst die Ansichten Liebig's über die Ausraubung des Bodens durch die jetzigen Systeme der Landwirthschaft beurtheilen will, um alsdaun meine eigene Theorie der Pflanzenernährung, Bodenerschöpfung und Bodenbereicherung hinzuzufügen.

Es sind hierbei folgende Betrachtungen der Lage der Sache vorauszuschicken.

Die Kulturſyſteme der Landwirthſchaft.

§. 2.

1. Die Behauptung Liebig's, daß das jetzige Landwirthſchaftsſyſtem zur Verarmung des Bodens führe, indem der Boden dadurch ausgeſaugt werde, hängt mit einer eigenen Theorie der Pflanzenernährung ſowie mit einer beſonderen Anſicht über den Antheil, den der Boden dabei hat, zuſammen, und iſt ohne Berückſichtigung dieſer Theorie nicht wohl zu verſtehen und zu beurtheilen. Um die Lage des Streits und der Sache, um die es ſich handelt, zu überſehen, haben wir uns zu vergegenwärtigen: 1) welches das gegenwärtige Wirthſchaftsſyſtem oder die Kulturweiſe iſt, die Liebig tadelt, und 2) worin das Liebig'ſche Syſtem beſteht, wodurch derſelbe die Bodenverarmung aufheben und das ſogenannte Raubſyſtem verbeſſern will.

2. Das gegenwärtige Kulturſyſtem wogegen die Liebig'ſchen Pfeile gerichtet ſind, iſt a) die Dreifelderwirthſchaft oder die Brache, b) das Fruchtwechſelſyſtem, c) die Stalldüngung und die Viehzucht.

a) Die Brache beruht darauf, daß man einen oder mehrere Sommer hindurch den Acker nicht beſäet und ihn mit den darauf wildwachſenden Pflanzen umbricht, auflockert und durch Berührung mit der Luft eine Vermoderung der wilden Pflanzen und ein Zerfallen der Erdarten herbeiführt. Alle ſind über die Wirkung der Brache darin einig, daß das darin geſäete Getreide beſſer wächſt; aber in der Erklärung iſt eine Verſchiedenheit.

Die Brache iſt eine ſehr alte Einrichtung, welche ſchon Theophraſt, Columella, Varro beſchreiben. Seit dem Alterthum erklärte man ſich ihre Wirkung theils durch Ausruhen des Bodens, theils durch Vertilgung und durch Vermoderung des Unkrautes zu Humus, der eine neue Pflanzennahrung bildet, den Boden kräftigt, bereichert.

Sauſſure und Liebig dagegen beſtreiten die Humusbildung durch Brache uud ſagen, daß durch die Brache vielmehr die mineraliſchen Bodenbeſtandtheile aufgeſchloſſen und löslich gemacht werden; nachdem die früheren Ernten den Boden an mineraliſchen, löslichen Aſchenbeſtandtheilen erſchöpft haben. Hiernach giebt die Brache dem Boden keine neue Pflanzennahrung, ſondern ſie ſchließt die alte im Boden vorhandene nur auf; ſie bereichert den Boden nicht, ſondern trägt nur

dazu bei, daß der Boden dadurch an Aschenbestandtheilen immer mehr erschöpft werde, und zuletzt verarme. Darum soll die Brachwirthschaft schaden.

Gegen die Annahme des Ausruhens nach erfolgter Erschöpfung des Bodens haben sich Liebig u. A. aufgelehnt, weil ein wirkliches Kräftigen durch Ausruhen nur bei lebenden Wesen stattfinde. Dieser Einwurf ist zwar völlig richtig, allein das Wort: Ausruhen ist auch für den Boden immer nur im bildlichen Sinne und so verstanden worden, daß damit eine Bereicherung oder Kräftigung des Bodens durch Ansammlung oder Aufschließung neuer Nahrungsstoffe gemeint wurde, so daß die Sache also auf einen bloßen Wortstreit hinausläuft.

b) Das Fruchtwechselsystem bildete nach Thaer einen Gegensatz gegen die Brache. Es wurde zunächst aus England durch Thaer, aus Belgien durch Schwerz herübergenommen in dem Sinne, daß man durch eine Abwechselung von Körner- und Blattpflanzenbau eine Bodenbereicherung und stärkere Humusbildung hervorzubringen suchte. Das Fruchtwechselsystem beachtet die mineralischen Aschenbestandtheile wenig oder gar nicht, und zielt nur auf Humusvermehrung ab, will den Zweck der Brache auf direkterem Wege erreichen, indem es die Ansicht des Ausruhens des Bodens verwirft.

Liebig tritt auch hiergegen auf, indem er sagt, daß durch den Fruchtwechsel der Boden an Mineralbestandtheilen ebenso ausgesaugt werde, wie durch die Brache.

Liebig klagt also beide vorhandenen Wirthschaftssysteme als verderblich an, weil sie eine Beraubung des Bodens an den nach seiner Ansicht wichtigsten und wesentlichsten Pflanzennahrungsmitteln bewirken sollen. Liebig will keine Brache, keine Stalldüngung und keinen Fruchtwechsel, sondern bloß einen Wiedererſatz von Mineralstoffen.

Der Streit hierüber ist sehr verworren und dunkel geblieben, weil man die wesentlichsten Punkte darin nicht klar vor Augen gelegt, und sich in Nebendinge über Stickstoff und Kohlenstoff verloren hat, wobei am Ende immer Autoritäten und Versicherungen mehr als wissenschaftliche Gründe den Ausschlag gegeben haben, ohne recht einsehen zu können, warum Brache und Fruchtwechsel so verderblich wirken sollten, und vor Allem ob sie auch so verderblich wirken, wie Liebig behauptet. Liebig's Gründe für seine Behauptung sind mehr theoretisch-chemischer Natur; er beweist nach seiner Theorie, daß der Boden durch Brache nothwendig verarmen müsse; er beweist nicht, daß er wirklich verarme.

Wir haben daher zu untersuchen, ob Liebig nicht unnütze Furcht aus einer falschen Theorie erregt.

Liebig findet bei seiner Autorität großen Glauben; es ist mehr das Vertrauen auf seine Versicherungen, als wirkliche thatsächliche Beweisführung, wodurch er die ökonomische Welt in Unruhe versetzt.

c) Die Viehzucht geht mit der Stalldüngerbereitung Hand in Hand, so daß von vielen Landwirthen der Zweck der Viehzucht geradezu in die Düngergewinnung gesetzt wird. Von diesem Gesichtspunkt aus tritt Liebig auch gegen die Viehzucht auf, indem er sie als eine Last für die Landwirthschaft betrachtet, der man sich durch Anlauf von Mineraldünger soll entledigen können. Wo dann anders als in der Landwirthschaft für andere Zwecke (wie Nahrung) Vieh gezogen werden soll, wird nicht erörtert.

Liebig's eigenes System besteht nun in einer Landwirthschaft ohne Brache, ohne Fruchtwechsel, ohne Stalldünger und Viehzucht, bloß mit Mineraldünger.

Die Gründe, welche Liebig für seine Ansichten anführt, sind von zweierlei Art: 1) historische, 2) wissenschaftlich-theoretische, welche im Wesentlichen chemische Gründe sind; da Liebig alle Dinge nur mit chemischen Augen ansieht und ihm Chemie mit Wissenschaft überhaupt gleichbedeutend ist, so daß es außer Chemie für Liebig weiter keine Wissenschaft giebt.

I. Beurtheilung der Liebig'schen Theorie der Bodenausraubung.

1. Liebig's historische Gründe für die Kultur der Bodenverarmung.

§. 3.

Die historischen Gründe Liebig's für die Bodenverarmung sollen in der alten und neuen römischen Geschichte zu finden sein. Liebig ist der Ansicht, daß das alte Rom an der Erschöpfung des italienischen Bodens durch brutale Ausraubung desselben zu Grunde gegangen sei. Er findet den Grund für diese Ansicht darin, daß im Alterthum besonders Sicilien und Campanien wegen ihrer großen Fruchtbarkeit die Kornkammern Roms genannt wurden, was Liebig nicht dem Fleiß der Menschen und der Bodenkultur, sondern dem Boden an und für sich

zuschreibt, indem er annimmt, daß der jetzige geringe Kornertrag in Sicilien von der jetzigen Unfruchtbarkeit, dem von den alten Römern ausgezehrten Zustande des Bodens herrühre.

Dabei beruft sich Liebig zugleich auf die alten römischen Schriftsteller über Landwirthschaft und namentlich auf Columella's Werk: De re rustica. Liebig giebt an, daß Columella, der um die Zeit von Christi Geburt, also am Anfange unserer jetzigen Zeitrechnung vor etwa 1800 Jahren lebte, aus Spanien gebürtig war und sich auch in Syrien aufgehalten hatte, also zu einem Urtheil über die Landwirthschaft der damaligen Zeit sehr wohl befähigt war, sich über die Unfruchtbarkeit des Bodens in Italien zu seiner Zeit beschwert; während Cato, der einige Jahrhunderte früher zur Zeit der punischen Kriege lebte, von einer Bodenverarmung seiner Zeit nichts erwähnt habe, woraus Liebig schließt, daß die Bodenverarmung in Italien erst in der Blüthe des römischen Reichs eingetreten sei. Diese Bodenverarmung und die jetzige Unfruchtbarkeit des italienischen Landes sieht Liebig als eine erwiesene Thatsache an.

Es läßt sich indessen zeigen, daß Liebig sowohl in seinen historischen Angaben als in der Annahme der jetzigen Unfruchtbarkeit des italienischen Bodens durch Ausraubung seitens der alten Römer sich in einem vollkommenen Irrthum befindet und in diesem Irrthum eine ganz unnütze Besorgniß verbreitet.

§. 4.

Was zunächst Columella betrifft, so schreibt Liebig diesem alten Autor gerade das Gegentheil von dem zu, was er in Wirklichkeit gesagt hat: Columella sagt nämlich: „Unsere großen Grundbesitzer klagen häufig über Unfruchtbarkeit der Aecker und glauben, daß durch den überreichen Ertrag früherer Zeitalter der Boden müde und schwach geworden sei."

„Ich aber halte es für gewiß, daß diese Klagen von der Wahrheit weit entfernt sind; daß es ganz unrecht ist an eine Sterilität der Bodennatur zu glauben, und daß kein vernünftiger Mensch glauben kann, daß die ewig junge Erde alt und schwach geworden sein sollte. Ich halte dafür, daß der Fehler nicht in Boden und Witterung, sondern in den Landleuten selbst liegt." *)

*) Columella: „Saepenumero civitatis nostrae principes audio culpantes modo agrorum infaecunditatem, modo coeli per multa jam tempora noxiam

Ich lasse mich auf ein Urtheil über dieses Verfahren von Liebig'scher Geschichtsforschung, wodurch die wahre Geschichte nur verdunkelt werden kann, nicht ein, und begnüge mich gezeigt zu haben, daß man aus Columella die römische Bodenerschöpfung nicht beweisen kann.

§. 5.

Die weitere Annahme Liebig's, daß der Boden Italiens jetzt in Wirklichkeit unfruchtbarer sein sollte als in alter Zeit, beruht wesentlich nur auf der in der neuern Geschichte oft erwähnten jetzigen Armuth in Sicilien, während zur Zeit der Karthaginenser und Römer daselbst große Wohlhabenheit und Reichthum herrschte. Ob daran aber die Verschiedenheit des Bodens in alter und neuer Zeit Schuld ist und die Menschen deshalb jetzt arm sind, weil der Boden Italiens ausgeraubt und verarmt sein soll, wie Liebig behauptet, ist eine ganz andere Frage. Zweifel an der Ansicht einer allgemeinen Bodenverarmung in Italien könnten schon einzelne Landstriche daselbst, wie die Lombardei und Campanien erregen, die seit länger als zwei Jahrtausenden nichts von ihrer Fruchtbarkeit eingebüßt haben, da der Boden um Capua heut noch so schönen Wein reichlich trägt, als der alte Falerner war, und der Weizen um Como und Mailand heut noch so reichlich lohnt, wie zu Plinius Zeiten. Der Grund der Verringerung des Bodenertrages in Sicilien und der römischen Campagna liegt nicht sowohl in einer Verarmung des Bodens als in seiner schlechten Bearbeitung und schlechten Vertheilung, indem ungeheure Flächen zu großen Latifundien zusammengehäuft sind, welche im Alterthum durch Sklaven bearbeitet und großentheils, wie einst in Babylonien und jetzt noch in Phönicien bewässert, reiche Ernten gaben, während sie jetzt aus Mangel an Menschenhänden fast nur als Weideland benutzt werden und einer Art Nomadenwirthschaft der römischen und sicilischen Principe's anheimgefallen sind. Ich habe auf meinen Reisen in Italien ein genaues

---

frugibus intemperiem. Existimant ubertate nimia prioris aevi defatigatum et effoetum solum nequire pristina benignitate praebere mortalibas alimenta.

Quas ego causas procul a veritate abesse certum habeo. Quod neque fas existimare, humi naturam, quam primus ille mundi genitor perpetua foecundidate donavit, quasi quodam morbo sterilitate affectam: neque prudentis credere, tellurem, quae divinam et aeternam juventam sortita, communis omnium parens dicta sit, quia cuncta peperit semper, et deinceps paritura sit, velut hominem consenuisse etc."

Augenmerk auf die dortige Bodenkultur und Bodenbeschaffenheit gerichtet und kann aus eigener Anschauung viele Irrthümer berichtigen, welche in landwirthschaftlichen Vorurtheilen verbreitet sind und auch Liebig irre geführt haben. Die meisten Reisenden in Italien sehen sich nur die baulichen Alterthümer und Kunstwerke, allenfalls die schönen Gegenden an, und nehmen von dem Zustande des Bodens und seiner Kultur keine Kenntniß, so daß ihnen das Beste, was sie dort lernen könnten, verloren geht. Ich hatte Gelegenheit, mit einigen Gutspächtern der Campagna in Rom und Frascati bekannt zu werden, und habe mir mit Hülfe derselben eine genauere Einsicht in die dortige Landwirthschaft verschafft, worüber ich mir Folgendes mitzutheilen erlaube.

Die jetzige römische Landwirthschaft.

§. 5a.

Die von Ronciglione an der toskanischen Grenze bis nach Terracina gegen Neapel sich ausdehnende römische Campagna enthält 108,317 Rubbi, jeden zu 7 Morgen, also circa 761,000 Morgen Land, das in nur 215 große Besitzthümer vertheilt ist, von denen die kleinsten 2000 Morgen, die größeren 21,000 Morgen enthalten. Die Besitzer dieser Latifundien, welche noch heut wie zu Columella's Zeiten Principe's heißen, unterscheiden sich von denen im Alterthum nur dadurch, daß sie jetzt weder Haus noch Hof auf ihren Gütern haben und ebensowenig das geringste Inventarium an Vieh und Ackergeräth besitzen, sondern die Güter an Unternehmer verpachtet haben, welche Mercanti di tenuta oder Negoziante di Campagna heißen. Solcher Mercanti's sind im Ganzen nur 80, indem einige von ihnen mehrere Güter gepachtet haben, so daß einer von ihnen zuweilen über 60,000 Morgen in Pacht hat. Dem Mercante gehört nun das ganze Inventarium an Vieh und Ackergeräth, dessen Gesammtwerth von 30 bis auf 100,000 Thaler steigt (20,000 bis 66,000 Piaster). Auf dem Gute ist kein Wohnhaus, kein Viehstall, kein Garten. Ein Gebäude, Casale, zwar massiv, aber ruinenartig ohne Fenster, unten gewölbeartig offen, aber mit Luken versehen, dient unten zum gemeinsamen Aufenthalt für Menschen und Pferde, oben zur Aufbewahrung von Getreide und Futter. Sonst campiren Menschen und Vieh im Freien.

Das Vieh wird in Horden von Holzstangen getrieben und die Hirten wohnen in Hütten von Donaxrohr, oder in den Löchern der

Ruine eines alten Columbariums oder unter einem schattigen Feigenbaum oder Pistazienstrauch zwischen mannhohem Unkraut von wildem Fenchel. Das Wirthschaftspersonal besteht aus einem Fattore (Oberinspektor), 12—15 Capo's, und 20—30 Hirten, welche sämmtlich beritten sind und mit Flinten bewaffnet in graue Mäntel gehüllt mit calabresern Hüten herumreiten.

Auf den Gütern wird nicht gekocht; es findet sich kein weibliches Wesen, keine Küche in der Casa; es wird von kalter Küche: Brod, Rauchfleisch, gesalzenen Fischen, Käse, Feigen, an Sonn- und Festtagen eine Wassermelone, gelebt; was aus den nahegelegenen Städten geholt wird. Das Trinkwasser ist oft sehr schlecht, schmeckt schwefelig, so daß es Vieh und Menschen schlecht bekommt. Die Arbeiter kommen aus den nahegelegenen Städten und bleiben immer die ganze Woche hindurch auf dem Lande. Dies ist nun die alte Gewohnheit; daher der Acker immer in Wochenwerke oder 7 Tagewerke abgetheilt ist; eine solche Abtheilung ist ein Rubbi. Die Tagelöhner erhalten 20 Sgr. Tagelohn, außerdem noch Brod in der Ernte; sie werden aber immer nur auf wenige Wochen in der Ackerzeit oder zur Ernte bestellt, da das Hauptgeschäft in Viehzucht besteht und den Hirten anheim fällt. Es wird nur mit Ochsen gepflügt; in dem morastigen Boden auf den Pontinischen Gütern mit Büffeln, die dann zusammengetrieben werden. Der Boden wird zunächst in zwei Theile unterschieden: 1. reines Weideland (macchia), die felsigen Höhen, die mit Eichen-Pistaziengestrüpp, dazwischen mit Graswuchs bedeckt sind. Dazwischen die nassen Gründe als Wiesen. 2. Ackerland, was rein von Gesträuch ist und gepflügt werden kann. Von diesem wird nur $^1/_7$—$^1/_9$ jährlich zur Saat umgebrochen, während $^6/_7$ oder $^8/_9$ als Weide oder Brachland liegen bleiben, so daß die Hauptbenutzung durch Weide geschieht. Die Brachjahre werden in den Pachtverträgen genau bestimmt.

Da Stalldünger nicht gemacht werden kann, so wird das Brachland zum Zwecke der Beackerung gehortet. Zu diesem Zwecke wird das Land durch Stangenholzzäune eingehegt, und in diesen Hagen besonders Pferde und Rindvieh eingesperrt.

Die Schaafe werden mehr auf der Macchie, dem Gebüschlande geweidet. Im Spätsommer, wo es auf den Ebenen an Weide fehlt, werden die Schaafe meilenweit in die Berge des Apennins getrieben, und erst im Winter wieder heruntergebracht.

Die Hirten und Capo's sind meist im Gebirge zu Hause. Sie

erhalten kein Geldlohn, sondern Deputat an Korn und Schaafantheile, welche gewöhnlich $^1/_{10}$ der Heerde ausmachen; so daß der Herr $^9/_{10}$ des Viehertrages erhält.

Der Gras- und Kräuterwuchs ist auf dem reinen Weidelande, wie auf den Brachäckern außerordentlich üppig, die Gräser, Doldengewächse, Hülsenpflanzen, besonders Medicago-Lotusarten, Farrenkräuter werden mannhoch, so daß die Schaafe oft dazwischen nicht zu sehen sind; freilich wird im Spätsommer alles trocken und die Felder sehen dann dürre aus. Es wächst in den Weidejahren viel Unkraut auf, besonders Brombeer-Rosen, Ginster, Ononisgebüsche, Doldenpflanzen, besonders der wilde Fenchel, und Cyperus rotundus und esculentus, welcher dort die Päden bildet und Ackerpest genannt wird.

Die Brache wird daher im Sommer 6—7 Mal gepflügt und zwar immer übers Kreuz. Dazu werden dann 100—200 Pflüge angespannt, so daß in einer Woche das ganze Land 7 — 1400 Morgen oder 1—200 Rubbi umgepflügt werden. Der Boden ist vulkanisch; ein fester Mergel- und Thonboden, der in der trockenen Hitze hart wird und in Risse aufspringt; aber durch Beackern mürbe wird und zu Staub zerfällt, von meist aschgrauer Farbe; er sagt besonders dem Weizen zu.

Da der Haupterwerb in der Viehzucht besteht; so ist der Viehstand auf den Gütern sehr groß. Ein Negociante hält von 500 bis 6000 Stück Rindvieh; von 3000 bis 8000 Schaafe, theils feine, ganz dickwollig behaarte, theils grobe, starkknochige, große mit langer Wolle nur auf dem Rücken, hängenden Ohren, die vortreffliche Milch geben. Die Kühe werden auf den von Städten entfernteren Gütern nicht gemolken, nur fett und ihre überflüssigen Kälber verkauft. Stutereien von 100 bis 500 Pferden; die mit Eichenwäldern versehenen Güter, namentlich in den Pontinischen Sümpfen, haben bis zu 4000 Stück Schweine, die meist von der Eichel- und Kastanienmast fett werden.

Was den Körnerertrag betrifft, so ist dieser 6 bis 8fältig; bei Gerste, Hafer 10fältig. Der Strohertrag ist sehr reichlich, da es jedoch zum Streuen nicht gebraucht, überhaupt durch das Austreten des Getreides auf Feldtennen sehr zerbröckelt wird, so wird viel Stroh zur Verscheuchung der Heuschreckenschwärme verbrannt.

§. 6.

Zur Beurtheilung der Ertragsfähigkeit des römischen Bodens können folgende Angaben dienen. Die Pacht beträgt für den Rubbi ohngefähr 7 Piaster, was für einen Morgen gegen $1^1/_2$ Thlr. macht. Doch wird die Pacht nur für das pflugfähige Land, nicht für die Macchie, das Gebüsch- und Waldland, berechnet, was in der Regel noch die Hälfte des Gutsareals beträgt, so daß also im Durchschnitt des Ganzen der Morgen nur $^3/_4$ Thlr. Pacht giebt. Der Negociante zieht den Hauptnutzen aus der Viehzucht und also aus den Weiden des Brachlandes und des reinen Weidelandes.

Der Ertrag stellt sich hier folgendermaßen:

1 Rubbi Weideland ernährt 7 Schaafe mit Lämmern oder 1 Stück Rindvieh oder 1 Pferd.

Der Ertrag von einem Schaaf an Wolle, Lamm und Milch wird jährlich auf $3^3/_4$ Thlr., einer Kuh auf 10 Thlr., und eines Pferdes, insofern jährlich eins verkauft wird, auf 30 Thlr. angenommen, so daß der Morgen, auf Schaafe benutzt $3^3/_4$ Thr., auf Rindvieh 1 Thlr. 13 Sgr., auf Pferde $4^1/_4$ Thlr. einbringen würde.

Eine größere Pachtung von 3000 Rubbi = 21,000 Morgen, ernährt auf seinen 2600 Rubbi Brachland 4000 Schaafe, 200 Ochsen, 400 Pferde.

Die dazu gehörige Macchia ernährt noch 7 bis 800 Kühe und gegen 2000 Schweine.

Der ganze Viehstand beträgt hier also 1000 Stück Rindvieh, 4000 Schaafe, 400 Pferde, 2000 Schweine. 100 Pferde dienen zur eigenen Benutzung für die Capo's und Hirten zum Reiten.

Die Nutzung von $^1/_{10}$ des Viehes geht ab für die Hirten und Beamten. Es bleiben also als Nutzen für den Herrn 3600 Schaafe, circa 700 Kühe, 360 Pferde, 1800 Schweine.

Der Bruttoertrag stellt sich also:

für 3600 Schaafe à $3^3/_4$ Thlr.	13,500 Thlr.
für circa 700 Kühe à 10 Thlr.	7,000 „
für 250 Pferde à 30 Thlr.	7,500 „
für 1800 Schweine à 5 Thlr.	9,000 „
von 330 Rubbi = 2200 Morgen das 6 Korn circa 14,000 Scheffel, wovon 10,000 zur Wirthschaft und 4000 zum Verkauf à 2 Thlr.	8,000 „
	45,000 Thlr.

	Transport	45,000 Thlr.
Davon gehen ab		
an Pacht	31,500 Thlr.	
Wirthschaftskosten	8,000 „	
		39,500 „
So daß ein Reingewinn bleibt		5,500 Thlr.

Die ökonomische Industrie der Negocianten besteht nun nicht in Erhöhung des Ertrages durch Verbesserung des Bodens oder des Gutes überhaupt, das dem Negocianten nicht gehört; sondern darin, daß er den Boden auf's Höchste ausbeutet mit den geringsten Wirthschaftskosten. Daher sucht er durch Unterverpachtungen, durch Arbeiter- und Hirtenaccorde und durch höchst magere Beköstigung der Beamten, der Capo's, Pastoren, Mandriano's und der Arbeiter, durch Abdingen der Handwerker in Erhaltung der Geräthschaften seinen Gewinn zu erhöhen. Die Leute sind höchst dürftig, ja armselig gekleidet, ein Hemde und ein Paar leinene Hosen machen die ganze Garderobe aus, um die der Hirte im Winter noch einen alten Mantel hängt.

Wenn der Boden also nicht reichlicher trägt, so liegt die Schuld nicht an der Verarmung des Bodens; nicht an der brutalen Ausraubung der Mineralstoffe; sondern sie liegt an der armseligen Industrie, im Mangel an Stallmistbereitung und Düngung, an Vernachlässigung der von den alten Römern, namentlich in Sicilien durch die zahlreichen Sklaven bewirkten Bewässerung der Felder.

Einen Boden der mannhohes Gras mit gewürzhaften Doldenpflanzen und den nährendsten Klee-Esparcette- und Luzernarten trägt, der 6 bis 8fältige Weizenernten bei einer ganz unvollkommenen Bearbeitung giebt, kann man nicht ausgesaugt und verarmt nennen, und die Redensarten, welche Liebig führt, können nur auf Unkenntniß der Sache beruhen, und möchten ihren Grund zugleich in der Anwendung chemischer Theorien auf Dinge haben, die ihrer Natur nach wie die Pflanzencultur gar nicht auf chemischen, sondern auf physiologischen Gesetzen beruhen, daher chemisch allein gar nicht erklärt werden können.

2. Liebig's wissenschaftlich-chemische Gründe für die Annahme einer Verarmung und Ausraubung des Bodens durch das jetzige Wirthschaftssystem.

§. 7.

Dadurch, daß Liebig sowohl das Brache- als das Fruchtwechselsystem bekämpft, ergiebt sich seine Stellung zu Thaer und Schwerz. Beider Autoren Bestrebungen gingen dahin: den Boden durch Stalldünger zu verbessern, den Humusgehalt des Bodens zu vermehren; demgemäß den Futterbau zu verstärken, dadurch die Viehzucht zu verbessern und den Viehstand zu vergrößern. Die Verbesserung der Viehzucht und damit die Vermehrung des Stalldüngers ist das Hauptziel des Systems von Schwerz und Thaer, das mit der Vergrößerung des Korngewinstes Hand in Hand geht.

Liebig dagegen hat die Erfahrung vor Augen, daß wo man in der Nähe großer Städte reichlichen Dünger kaufen kann, die Viehzucht zur Düngergewinnung überflüssig wird; und er betrachtet demgemäß den Viehstand als eine Last für die Landwirthschaft, der man sich entziehen können soll, wenn man sich Stalldüngersurrogate kaufen kann. Sein Ziel geht auf die Beschaffung von Düngersurrogaten hinaus, und damit auf die Abschaffung des von ihm als lästig betrachteten Viehstandes. Liebig strebt nach einer Landwirthschaft ohne Viehstand, der durch den Ankauf von Mineraldünger ersetzt werden soll.

Liebig behandelt Thaer und Schwerz als unwissende Empiriker und ihre Anhänger als Laien, die von der Wissenschaft nichts verstehen. Seine Wissenschaft, welche alleingültig sein soll, ist die chemische; Liebig kennt gar keine andere Wissenschaft, als die Chemie; die Chemie ist für ihn die Wissenschaft aller Wissenschaften, und wer seine chemischen Ansichten nicht kennt, wird von ihm für einen unwissenden Menschen erklärt. Liebig will alle sonstigen praktischen Erfahrungen Thaer's, Schwerz's u. a. mit seinen theoretisch-chemischen Gründen niederschlagen, und trägt kein Bedenken alle Erfahrung über Bodenbereicherung durch Stalldung und Humuserzeugung über die Fruchtfolgesysteme als Hirngespinste darzustellen, seine chemischen Theorieen aber als die alleinige wissenschaftliche Wahrheit hinzustellen.

a. Die verschiedenen Pflanzenernährungstheorien.

§. 8.

Um diese Stellung der Liebig'schen Theorie zu den anderen

Wirthschaftssystemen klar einzusehen und ein gründliches Urtheil über dieselbe zu gewinnen, ist es durchaus nöthig, auf die vorhandenen Theorien der Pflanzenernährung einzugehen. Denn alle Landwirthschaft besteht vor allem in einer Pflanzenernährung; die Pflanzenkultur ist eine Pflanzenerziehung durch Zubereitung der besten Pflanzenkost; die Oekonomen sind die Köche für Pflanzenspeisung. Da nun alle Pflanzenernährung durch den Boden vermittelt wird, der Boden das Magazin der Pflanzenernährung ist, so handelt es sich hierbei einerseits um das was wir Bodenerschöpfung und andererseits um das was wir Bodenbereicherung nennen. Die Theorieen der Bodenerschöpfung und Bodenbereicherung bilden die Thürangeln, um die sich die Flügel der Landwirthschaft bewegen. Die Bodenerschöpfung ist Entziehung der Pflanzennahrung; die Bodenbereicherung ist eine Zufuhr derselben. Dabei kommt zuletzt alles auf die Frage an, was die wahre Pflanzennahrung ist und woher sie stammt; also auf die Theorie der Pflanzenernährung. Sowohl dem Thaer'schen als dem Liebig'schen Systeme liegen bestimmte Theorieen der Pflanzenernährung und damit auch der Bodenerschöpfung zu Grunde, die ihnen zur Voraussetzung dienen, auch wenn sie sich derselben nicht immer bewußt sind. Diese Theorieen sind im Prinzip ganz verschieden und darauf beruht eben der Streit zwischen beiden. Wenn man nicht auf diese Prinzipien der Pflanzenernährungstheorien zurückgeht, so bewegt man sich immer in Nebendingen herum, und dabei bleibt man in Verwirrung stehen, aus der man niemals zu einer Entscheidung der Hauptsache gelangt, wie es in dem bisherigen Streit zwischen den sogenannten Stickstöfflern und Mineraltheoretikern der Fall gewesen ist. Die Pflanzenernährungstheorien, welche dem Thaer'schen und dem Liebig'schen System zu Grunde liegen, sind nicht neu, und nicht von Thaer oder Liebig erst erfunden; sie sind weit älter.

1. Die erste dieser Theorieen kann man die Theorie der Bodenernährung nennen, welche annimmt, daß alle Pflanzennahrung aus dem Boden stammt und durch die Wurzel in die Pflanze gelangt. Dieß ist die älteste schon von Theophrast vertheidigte Ansicht, nach welcher die Erde der Pflanzenmagen ist; sie ist später von den Longobarden dahin ausgebildet, daß man annahm, daß die Gesammtpflanzennahrung in der Dammerde, dem Humus enthalten sei, daher man diese Theorie auch die Humustheorie genannt hat. Hiernach besteht die Bodenerschöpfung in Entziehung des Humus und die Boden-

bereicherung in Zufuhr von Humus. Der nährende Stoff im Humus sollte das sogenannte Humusextrakt sein, wie es sich in der Mistjauche darstellt, und durch Wasser aus dem Boden ausgekocht, extrahirt werden kann. Zu dieser Theorie bekannten sich zuerst die Italiener der Lombardei, namentlich Gioberti, dann Hassenfratz, Davy und auf ihr beruht die belgische und englische Landwirthschaft, welche Schwerz und Thaer ausgebildet haben, von deren Anhängern: Fr. Schultze, Sprengel, Hlubeck und der Hohenheimer Schule (Walz, Wolff) befolgt wird.

2. Die zweite Pflanzenernährungstheorie kann man die Theorie der Lufternährung nennen, nach welcher man annimmt, daß die Pflanzen vorzugsweise aus der Luft leben, weniger durch die Wurzeln als durch die Blätter ihre Nahrung einsaugen, wie man es von den auf nackten Felsen wachsenden Flechten und Moosen annimmt. Diese Theorie ist ebenfalls schon im Alterthum vorhanden gewesen, hat aber ihre bestimmte Gestalt erst durch Priestley, Percival und besonders durch Ingenhouß erhalten, welcher lehrte, daß die in der Luft enthaltene gasförmige Kohlensäure das Hauptnahrungsmittel der Pflanzen sei, aus der dann im Lichte der Sauerstoff von den Pflanzen ausgehaucht werde; daß aller Dünger sich erst in Kohlensäure durch Gährung auflösen müsse. Der jüngere Saussure in Genf, welcher die Aschen der Pflanzen genauer untersuchte, nahm an, daß, indem die Hauptnahrung der Pflanzen aus der Luft stamme, der Boden nur dazu diene, die Aschenbestandtheile zu liefern, und diese Ansicht ist es, welche man die Mineraltheorie genannt hat, nach der die mineralischen Kali-Natron-Kalksalze neben der Lufternährung für jede Pflanzenart specifisch charakteristisch und daher von größerer Bedeutung als die Luftnährstoffe sein sollen. Die Pflanze muß sich nach dieser Ansicht ihre Nahrung von zwei Seiten, aus der Luft und aus dem Boden zusammenholen. — Dieß ist dann die Theorie, der Bousssingault und Liebig anhängen, und die sie gegen die Humustheorie von Schwerz und Thaer geltend machen. Liebig ist hierbei den Ansichten der Pflanzengeographen und namentlich der Lehre von den Standorten der Pflanzen und den bodenholden und bodensteten Pflanzen, wonach man Kalkpflanzen (Orchideen, Anthyllis vulnenaria, Rhododendron hirsutum, Dryas octopetala), Thonpflanzen (Schieferpflanzen) wie Primula, Androsace, Artemisia, Tussilago-Arten; Kieselpflanzen (Gräser), Salzpflanzen (Halophyten) u. s. w.

unterscheidet; insbesondere den Ansichten von Heer, Unger, Watson u. a. gefolgt, indem er sie für seine Zwecke ausgebeutet hat.

Unter allen Umständen ist die Liebig'sche Mineraltheorie ein integrirender Theil der Ingenhouß'schen Lufternährungstheorie; beide sind unzertrennlich verbunden. Die Mineraltheorie hat nur das Eigene, daß sie sich um die Luftnahrung nicht weiter bekümmert, weil sie nicht Gegenstand der ökonomischen Behandlung ist; dagegen alles Gewicht auf die Behandlung der Mineralstoffe des Bodens legt; allein die Lufternährungstheorie ist ihre nothwendige Voraussetzung und ein integrirender Bestandtheil derselben.

b. Das Eigenthümliche der Sauſſure-Liebig'schen Theorie.

§. 9.

Das Eigenthümliche dieser Liebig'schen Theorie ist, daß nach ihr die Bodenerschöpfung allein in der Entziehung der Aschenbestandtheile der Pflanzen, d. h. der Mineralien besteht, indem alle übrigen Pflanzennahrungsmittel aus der Luft stammen sollen, die als unerschöpflich an Kohlensäure und stickstoffhaltigen Gasen sein soll. Eine Folge der Ansicht, daß die Bodenerschöpfung nur durch Entziehung der Mineralbestandtheile geschehe, ist dann die Voraussetzung, daß der Boden nicht unerschöpflich an Aschenbestandtheilen sei; daß diese Mineralstoffe vielmehr nur in sehr beschränkter Menge im Boden vorhanden angenommen werden, der Boden also durch gänzliche Beraubung derselben, mittelst Pflanzenkultnr völlig verarmen könne. Das einzige Mittel zur Bodenbereicherung und Bodenverbesserung besteht dann selbstredend nach Liebig darin, daß man mit solchen Mineralien, welche die Aschenbestandtheile enthalten, also mit Mineraldünger düngt, daß dagegen jeder bloß humusliefernde Dünger und auch der Stallmist völlig überflüssig ist, wenn man mit dem Mineraldung düngt. Auf dieser Ansicht gründet sich die Opposition Liebig's gegen Thaer und Schwerz und deren Anhänger. Thaer und Schwerz sagen, man kann die Fruchtbarkeit des erschöpften Ackers nur durch Humusbereicherung wiederherstellen; Liebig sagt, man kann die Fruchtbarkeit nur durch Mineraldünger wiederherstellen und nicht durch Humus, weil der Humus nur durch Auflösung in Kohlensäure, die in die Luft verfliegt, wirken soll.

§. 10.

Ueber die bestimmte Art der Mineraldünger für verschiedene

Pflanzen hat Liebig seine Ansichten öfter geändert. Zuerst nahm er mit Saussure an, daß gewisse Pflanzen, wie Tabak, Rüben, Kartoffeln, dem Boden das Kali entzögen und also mit Kalisalzen gedüngt werden müßten, so daß man sie Kalipflanzen nannte. Die Hülsenpflanzen wie Erbsen, Klee wurden aus denselben Gründen Kalkpflanzen, die Gräser Kieselpflanzen genannt, je nachdem sie Kalk oder Kieselerde dem Boden entzögen und damit gedüngt werden müßten. In seinen neueren Schriften hat sich Liebig dagegen allein auf den phosphorsauren Kalk, welcher sich in den Aschen der Getreidesaamen findet, geworfen, und er nimmt demnach an, daß der phosphorsaure Kalk eine Art allgemeiner Bodennahrung der Pflanzen sei, daß die Bodenerschöpfung allein oder vorzugsweise durch die Entziehung des phosphorsauren Kalkes mittelst der Kulturpflanzen geschehe; daß dadurch allein die Bodenverarmung bewirkt werde; daß der Fehler der jetzigen Wirthschaftssysteme allein darin liege, daß dadurch dem Boden die Knochenerde geraubt werde; daß demnach das alleinige Mittel, die Fruchtbarkeit wiederherzustellen, in der Knochendüngung bestehe, die thierischen Knochen also den allein wesentlichen Mineraldünger und zugleich den alleinigen Dünger überhaupt bilden sollen, weil es zwar noch andere Pflanzennahrungsmittel gebe, diese aber aus der Luft stammen sollen.

Die Ausraubung des Bodens durch die neuere Landwirthschaft ist nach Liebig der Raub des phosphorsauren Kalks; Liebig will nachweisen, daß das alte Rom an der Ausraubung des italischen Bodens an Knochenerde zu Grunde gegangen sei, und er orakelt, daß Deutschland und Frankreich durch die jetzige Wirthschaftsweise zu Grunde gehen werde, weil dadurch die Welt Mangel an Mineralstoffen im Boden leidet.

c. Die Liebig'sche Düngersündentheorie.

§. 10a.

Die eben nicht wegzuleugnende Thatsache der praktischen Befruchtung des Bodens durch Stalldünger, welche man Liebig entgegengehalten hat, hat derselbe durch die freilich ganz unbewiesen hingeworfene Behauptung zu beseitigen gesucht, daß der Stalldünger nur ein Anreizungsmittel zum stärkeren Pflanzenwuchs sei, wodurch die gekräftigten Pflanzen dann noch vielmehr Knochenerde dem Boden entziehen sollen, so daß dieser durch die Stallmistdüngung nur um so schneller gänzlich

verarmen müsse. Der Stalldünger soll hiernach ein irritamentum malorum, ein Reizmittel zum Bösen, nämlich zum Knochenraube, und darum alle mit Stallmist düngende Gärtner und Oekonomen Sünder sein; eine Sünde wider Gott und den heiligen Geist des phosphorsauren Kalkes begehen.

Die Landwirthe sind bisher für die unschuldigsten Leute von der Welt gehalten worden, sie haben seit des Königs Augias Zeiten das Düngen für eine Tugend, ein gutes Werk gehalten und immer gedüngt, bis sie von Liebig belehrt worden, daß sie sämmtlich Sünder sind, und der König Augias der erste Sünder, weil das Düngen mit Stallmist keine Tugend, sondern Sünde ist.

Die Sünde des Düngens soll nach Liebig um so größer sein, als dadurch dem Boden auch die Knochenerde, die Gott erst für die künftigen Generationen der Menschen bestimmt hat, jetzt schon entzogen und auf diese Art den kommenden Geschlechtern ihr naturrechtliches Erbtheil geraubt werde. Liebig hat nicht bloß eine chemische Landwirthschaft, sondern auch eine chemische Theologie und Jurisprudenz, die göttliche Weisheit und Vorsehung ist nach Liebig chemischer Natur und nichts würde über die chemische Providenz der Knochenerde gehen; die künftigen Geschlechter der Menschen sollen nach Liebig ein naturrechtliches Anrecht auf gewisse Antheile an Knochenerde, auf die von der chemischen Providenz alle Zeitalter angewiesen sind, haben, und das jetzige Geschlecht nach dem chemisch-stöchiometrischen und statistischen Naturrecht und Naturgesetz nicht befugt sein, mehr Knochenerde als ihm gebührt, vorwegzunehmen. Was der Landwirth über den dem jetzigen Geschlecht gebührenden Antheil an Knochenerde dem Boden entzieht, hält Liebig (besonders nachdrücklich in seinen Aufsätzen in der Augsburger allgemeinen Zeitung) eben für den Knochenraub und die sündhafte Ausraubung des Bodens.

Um diese Ansicht fest zu begründen, dazu würde eine Angabe der überhaupt von der weisen Einrichtung der Vorsehung geschaffenen Menge von phosphorsauren Kalk nach Maaß, Zahl und Gewicht, worauf Liebig sonst sehr großes Gewicht legt, gehört haben, damit sich beurtheilen ließe, bis auf wie viel Centnern das für die jetzige Generation bestimmte Maaß des phosphorsauren Kalkes sich belaufe, und feststellen ließe, bis zu welcher Grenze es noch als eine Tugend des Landbaues betrachtet werden könnte, den phosphosfauren Kalk des Bodens zu benutzen, und mit welchem Maaß und Gewicht in Entzie-

hung der Knochenerde das Laster und die Sünde der jetzigen Wirthschafts-syſteme beginnen ſollte. Allein Liebig läßt ſich auf eine ſelbſt nur ohngefähre Beſtimmung dieſes Maaßes nicht ein und begnügt ſich mit einem ganz unbeſtimmten Orakel und einer allgemeinen Androhung des Weltunterganges durch Mangel an Knochenerde.

Man kann die Liebig'ſche Anſicht von der praktiſchen und von der theoretiſchen Seite aus betrachten, und auf beiden Wegen die darin ſteckenden großen Irrthümer und ihre ſchädlichen ja verderblichen Wirkungen finden. Indeſſen bietet die theoretiſche Widerlegung weit mehr Schwierigkeiten dar als die praktiſche, weil in der Pflanzenernährungstheorie der neueſten Zeit die Elemente der vorgenannten beiden verſchiedenen Theorieen; nämlich der Bodenernährungs- und der Lufternährungstheorie, welche ſich eigentlich gegenſeitig ausſchließen, mit einander vermengt worden ſind, wodurch in der Theorie unlösliche Widerſprüche entſtehen, welche zur Verwirrung anſtatt zur Aufklärung führen.

A. Praktiſche Prüfung der Mineraltheorie.

§. 11.

Wir wollen die Liebig'ſche Anſicht der Ausraubung und Erſchöpfung des Bodens durch die jetzigen Wirthſchaftsſyſteme und der Bodenverbeſſerung durch Mineraldünger zuerſt von der praktiſchen Seite prüfen.

Die Frage, welche hierbei in Betracht kommt iſt zunächſt die, ob es überhaupt eine Erſchöpfung des Bodens giebt und wenn dieß der Fall iſt, an welchen Nahrungsbeſtandtheilen für die Pflanzen er erſchöpft wird, indem hiervon die durch den Landwirth zu bewirkende Bodenbereicherung und Verbeſſerung abhängt.

Daß es überhaupt eine Bodenerſchöpfung durch Kultur giebt, iſt zwar ſeit dem grauen Alterthum, wie wir aus Theophraſt's Schriften ſehen, angenommen und immer geglaubt worden; allein die Erfahrungen der faſt jahrhunderte langen Bodenkultur ohne Düngung in Amerika und in Oſtindien, namentlich beim Baumwollen- und Zuckerrohrbau hatten die Sache zweifelhaft gemacht, indem ſich hier zeigte, daß es einen ſo tiefgründig reichen Boden giebt, daß derſelbe durch fortwährende Kultur gar nicht an Fruchtbarkeit abzunehmen ſchien. Indeſſen haben die neueren ſtatiſtiſchen Ermittelungen in Virginien gezeigt, daß die Anſicht einer unerſchöpflichen Fruchtbarkeit des Bodens über-

haupt oder doch gewisser Bodenarten auf einem Irrthum beruht; und daß in der That seit einer Reihe von Jahren der Ertrag der Weizen-, Baumwollen- und Tabaksernten auch in Amerika stufenweis mit der allmähligen Erschöpfung des Bodens abgenommen hat, so daß man sich genöthigt gesehen hat, zur künstlichen Düngung der Aecker zu schreiten. In Betrachtung dieser Thatsache vermengt nun Liebig Wahrheit und Irrthum, indem er annimmt, daß, wenn es überhaupt eine Bodenerschöpfung giebt, dieselbe nur allein in Erschöpfung an Mineralstoffen resp. an Knochenerde bestehe, weil es nach seiner Ansicht gar keine andere Bodenerschöpfung geben soll. Liebig meint, daß wenn er die Bodenerschöpfung überhaupt bewiesen habe, dadurch zugleich die Erschöpfung an Knochenerde bewiesen sei, und demnach die Amerikaner wie einst die alten Römer aus Mangel an Knochenerde untergehen müßten. Was zunächst die praktischen Beweise dafür betrifft, daß es überhaupt eine Bodenerschöpfung durch Pflanzenkultur giebt; so braucht man, um sie zu führen, nicht erst mit Liebig nach Amerika zu gehen da man bei uns solche Erfahrungen schon hinreichend machen kann, wie sie auch seit Homer's und Theophrast's Zeiten immer gemacht worden sind. Aber wir dürfen uns nicht einreden lassen, daß weil es überhaupt eine Bodenerschöpfung giebt, diese allein in Erschöpfung an Knochenerde bestehen sollte, deshalb weil alle übrigen Nahrungsstoffe der Pflanzen aus der Luft kommen sollten. Es läßt sich vielmehr praktisch beweisen, daß aller Boden an mineralischen oder Aschenbestandtheilen und namentlich an phosphorsauren Kalk so überflüssig reich ist, daß die von den Pflanzen absorbirte Menge nur verschwindend klein und unmerklich dagegen erscheint. Liebig selbst spricht daher auch gar nicht von der Ausraubung des Bodens an Kali, Natron, Schwefel, Chlor und ihren Säuren, an Eisen, Magnesia u. s. w. sondern es ist allein der phosphorsaure Kalk, auf dessen Ausraubung es Liebig abgesehen hat. Wie irrig aber die Annahme dieser Ausraubung ist, geht aus der großen Menge von Phosphorsäure und Kalk hervor, die überall auch aus dem schlechtesten Boden sich vordrängt. Jedermann kennt die große Menge von Phosphorsäure, die in dem Raseneisenstein, der sich überall aus Quell- und Seewassern des nördlichen Deutschlands, Schwedens, Finnlands und Rußlands in so großen Mengen bildet, daß die Phosphorsäure bei der Pflanzenkultur wie bei der Eisengewinnung überall sogar schädlich wird.

Die meisten Quellwasser und Mineralbrunnen, wie Carlsbad,

Teplitz, Ems, Pyrmont, Selters, Roisdorff, Geilnau, Nenndorff, Fachingen, Bilin, Püllna, Spaa, Eger enthalten mehr oder weniger phosphorsaure Salze. Die meisten Feldspathe und Granite, Syenite, Basalte, die Kreide, der Muschelkalk, der Magneteisenstein, die sämmtlichen Schiefergesteine des Taunusgebirges (nach List) und demgemäß der Schutt aller dieser Gesteinsmassen, der den Ackerboden bildet, enthält Apatitkrystalle, welche aus phosphorsaurem Kalk bestehen. Die Asche des braunen Torfs enthält daher nach Einhof und Schübler bis zu 15 Procent an Knochenerde. Daraus geht hervor, daß der Boden, in dem Pflanzen wachsen, niemals Mangel an Knochenerde leidet. Der holländische und friesische Thonboden enthält 0,46 Proc. Phosphorsäure.

Der Boden aus der Salzlake bei Nauen enthält nach meiner eigenen im Laboratorium der Berliner Thierarzneischule angestellten Analyse 1,0 Proc. Knochenerde (Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Berlin 1861. 1862. S. 148). Da 1 Kubikfuß dieser Erde 20 Pfund, die Quadatruthe des Bodens auf 1 Fuß Tiefe also $144 \times 20 = 2880$, der Morgen = 180 Ruthen also $180 \times 2880 = 518{,}400$ Pfund wiegt, so enthält der Morgen dieses Landes auf 1 Fuß Tiefe 5184 Pfund phosphorsaure Salze. Der ostfriesische Marschboden enthält im Morgen bei 1 Fuß Tiefe 5673 Pfund. Nimmt man an, daß gewöhnlicher Thonboden in runder Summe nur 0,5 oder $^1/_2$ Procent phosphorsaure Salze enthält, so würde dieß auf einen Morgen bei gleichem Gewicht 2592 Pfund ergeben, ungeachtet auf solchem Boden Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende hindurch Pflanzen kultivirt worden sind, wie denn auch bei wirklicher Verminderung der Knochenerde durch Pflanzenkulturen das Grundwasser von unten immer neue Mengen zuführen muß, wie es mit den Kali- und Natronsalzen ähnlich sich verhält.

Bei diesem Reichthume an phosphorsauren Salzen, der sich in jedem Boden findet, ist es erklärlich, daß keinesweges die Fruchtbarkeit durch Düngung mit Knochenerde in dem Maße als Liebig berechnet zunimmt, wie wir besonders im Großen an den praktischen Erfolgen der Knochendüngung in England sehen. Liebig selbst giebt an, daß 1 Pfund Knochenerde in drei Rotationen 10 Pfund Kornwerth, und 1 Pfund kalkreicher Guano in 5 Jahren 5 Pfund Kornwerth liefern solle. Nun hat England im Jahre 1859 70,000 Tonnen = 1,400,000 Centner Knochen und 286,000 Tonnen = 5,720,000 Centner Guano eingeführt. Dieß hätte im Jahre 1861 mindestens 42,600,000 Ctr.

Weizen geben müssen, welcher überflüssige Nahrung für drei Mal so viel Menschen als England Einwohner hat, dargeboten hätte; während die statistischen Angaben nachweisen, daß England im Ganzen nicht mehr als 4,000,000 Quarter Getreide baut und jährlich noch aus verschiedenen Ländern 6,000,000 Quarter ≐ 64,000,000 Scheffel Getreide einführt. Liebig will hier freilich sagen, daß diese für seine Theorie niederschlagende Thatsache ein Beweis von Knochendüngerverschwendung sei, die dadurch entstehe, daß der Regen den phosphorsauren Kalk von den Feldern weggeschwemmt hätte, ohne daß die Landwirthe dieß verhindert hätten. Allein diese Ausrede ist um so irriger, als nach Liebig's eigener Theorie das Wasser den unlöslichen phosphorsauren Kalk aus dem Boden gar nicht auslaugen kann und nur die Pflanzenwurzeln im Stande sein sollen, den phosphorsauren Kalk dem Boden zu entziehen; außerdem aber auch jede andere Düngung durch dem Regen weggeschwemmt werden müßte. In diesem Falle würde auch der Regen und nicht der Landmann der eigentliche Sünder sein.

§. 12.

Zu den praktischen Gründen gegen Liebig's Ansicht von der Bodenerschöpfung durch Aussaugung des phosphorsauren Kalkes und der pflanzennährenden und düngenden Kraft desselben kommt auch noch die Erfahrung, daß die düngende Kraft des Guano gar nicht im Verhältniß steht mit dem Gehalt desselben an phosphorsaurem Kalk. Von Lawes in England wie auch in Deutschland ist nämlich die Beobachtung gemacht worden, daß der durch Regen oder sonst durch Wasser ausgewaschene Guano, der nach dem Verlust von harnsauren Ammoniaksalzen nun sehr gehaltreich an phosphorsaurem Kalk ist, der schlechteste Dünger ist, welcher die geringsten Weizenernten giebt, während der nicht ausgelaugte an Ammoniaksalzen und organischen, humosen Stoffen reiche und an Knochenerde arme Guano die reichsten Weizenernten giebt, weshalb derselbe von den Kennern auch weit theurer bezahlt und von den Kaufleuten theurer gehalten wird, als der durch Haverei oder Regen ausgewaschene.

Es ist unzweifelhaft, daß der Guano als Dünger nicht durch seinen Gehalt an phosporsaurem Kalk, sondern durch den Gehalt an organischen Bestandtheilen der Vogelexcremente, also durch Bildung von thierischem Humus, wirksam ist (§. 37).

Die Liebig'sche Ansicht von der pflanzennährenden und düngenden Kraft der Knochenerde steht daher im Widerspruch mit der ökonomischen

Praxis, und es ist weder richtig, daß der Boden durch Entziehung des phosphorsauren Kalkes erschöpft, noch daß die verlorene Fruchtbarkeit durch phosphorsauren Kalk wiederhergestellt werden könnte. Die Furcht vor dem ersteren ist so unbegründet, als die Hoffnung auf das letztere eitel und vergeblich ist.

Bei der Anwendung der thierischen Knochen als Düngungsmittel ist zwischen den frischen noch mit Knorpel und thierischen Häuten versehenen und den gebrannten Knochen, die, nachdem die thierischen Gebilde zerstört sind, nur noch aus phosphorsaurem Kalk bestehen, wohl zu unterscheiden. Die frischen gepulverten Knochen besitzen dieselbe düngende Kraft wie Hornspäne, welche von der Zersetzung der stickstoffigen Gebilde herrührt und von dem phosphorsauren Kalk ganz unabhängig ist.

Ich habe vergleichende Düngungsversuche angestellt mit Knochenmehl von frischen getrockneten Knochen, alsdann mit Knochen, die so lange in Salzsäure und in Salpetersäure gelegen hatten bis alle Knochenerde ausgezogen war und die Knochen eine weiche Knorpel- und Hautmasse darstellten, endlich mit gebrannten Knochen, die ohne Knorpelmasse nur noch phosphorsauren Kalk enthielten, so wie außerdem mit Hornspänen. Mit gleichen Mengen dieser vier Dünger wurden vier mit gleich magerer Erde gefüllte Töpfe, in welche Roggen gesäet war gedüngt; und der Erfolg zeigte, daß die mit gebrannten Knochen gedüngten Roggenpflanzen nach dem Keimen im Wuchse zurückblieben, während die mit bloßem Knochenmehl, mit von Kalkerde befreiten Knochen und mit Hornspänen gedüngten Pflanzen ohne Unterschied kräftig aufwuchsen und einen doppelt so großen Körnerertrag gaben, als die mit gebrannten Knochen gedüngten.

Die bei der Zuckerraffination nach der Klärung der Zuckerlösung entstandenen Bodensätze von Knochenkohle enthalten neben dem phosphorsauren Kalk und der Kohle des Beinschwarzes sehr große Mengen von vegetabilischem Eiweiß und Schleim, das sogenannte Fett des Rübensaftes, welche eine leicht zersetzbare in Gährung und Fäulniß übergehende Dungmasse bilden. Wenn also zur Zuckerraffinerie gebrauchte Knochenkohle sich als Dünger dem Pflanzenwuchs förderlich zeigt, so ist es nicht der phosphorsaure Kalk, sondern das mit demselben in großer Quantität verbundene Gemenge stickstoffreicher Bestandtheile aus dem Rübensafte und aus dem zur Klärung des Saftes verwendeten Ochsenblute, was die düngende Wirkung ausübt; denn wenn die Beinschwarzabgänge von Neuem weißgebrannt werden, so sind sie ohne alle düngende Wirkung.

§. 13.

Auch aus der vortheilhaften Wirkung des mit Schwefelsäure angesäuerten Knochenmehls auf gewisse, namentlich auf Hülsenpflanzen darf man nicht auf eine düngende Kraft des phosphorsauren Kalkes schließen. Die Vermengung der Knochen mit Schwefelsäure wurde zuerst von Runge in Oranienburg empfohlen, um der dortigen Schwefelsäurefabrik Absatz von Schwefelsäure als Düngungsmittel zu verschaffen. Die mit Schwefelsäure angesäuerten Knochen zeigen eine gute Wirkung auf die Vegetation, welche man zeither im Liebig'schen Sinne dem phosphorsauren Kalk zugeschrieben hat, von dem man annahm, daß er durch Schwefelsäure aufgeschlossen werde, ohne daß man hätte sagen können, was unter diesen Aufschlüssen zu verstehen sei, da hier eine einfache Vermengung von Schwefelsäure und Knochenerde vorliegt, wodurch weder der Kalk noch die Phosphorsäure der Knochen verändert werden. Die Sache ist hierbei diese, daß die mit Schwefelsäure angesäuerten Knochen (was man fälschlich sauren phosphorsauren Kalk nennt) einzig und allein durch die Schwefelsäure wirksam sind, was sich sogleich darin zeigt, daß man eine gleiche düngende Wirkung erhält, wenn man anstatt der Knochen Gips oder schwefelsauren Kalk mit Schwefelsäure ansäuert, wobei denn gar keine Knochenerde vorhanden ist (§. 39). Die Schwefelsäure wirkt hier, wie ich gezeigt habe, dadurch, daß sie von der Pflanze im Lichte zersetzt, der Schwefel assimilirt und der Sauerstoff ausgehaucht wird, was ebenso mit allen übrigen Säuren mit Ausnahme der Kleesäure und Kohlensäure geschieht (Entdeckung der wahren Pflanzennahrung Berlin 1854).

Ich halte hiernach die von Liebig erregte Furcht vor der Ausraubung des phosphorsauren Kalks aus dem Boden und der dadurch entstehensollenden Unfruchtbarkeit des Bodens für völlig unbegründet; im Gegentheil für erwiesen, daß der phosphorsaure Kalk ebenso wie die übrigen mineralischen Kali- und Natronsalze, welche sich in den Aschen der Pflanzen finden, in so reichlicher Menge im Boden vorhanden sind, daß weder die wilden noch die kultivirten Pflanzen jemals im Stande sind, den Boden an diesen Salzen zu erschöpfen; daß ferner diese Pflanzen, die immer nur einen verhältnißmäßig geringen Antheil der organischen Pflanzenmasse bilden und die sich bei denselben Pflanzen in verschiedenen Bodenarten gegenseitig ersetzen können, bei weitem nicht die große Bedeutung für die Vegetation der kultivirten

Pflanzen haben, welche ihnen Liebig beizulegen geneigt ist, wogegen denjenigen Nahrungsmitteln der Pflanze, welche die organische Pflanzensubstanz bilden, eine bei weitem wichtigere Bedeutung zuzuschreiben ist, während sie von den Chemikern zum Schaden der Oekonomie ganz übersehen worden sind, so daß die Aufmerksamkeit von viel wichtigeren Gegenständen der Pflanzenkultur durch die Mineraltheorie abgelenkt worden ist.

Gründe gegen die Lufternährung.

§. 14.

Einen Beweis dafür, daß die Pflanzen überhaupt aus der Luft leben sollen, hat man seit van Helmont, Bonnet, de Geer in dem Wachsthum der auf Bäumen lebenden parasitischen Pflanzen, besonders der Orchideen: der Epidendron-, Aerides-, Dendrobium-Arten zu finden geglaubt, deren Knollen in China an einer Wand im Zimmer aufgehängt ohne Berührung mit dem Boden fortwachsen und sogar blühen, ja in unseren Treibhäusern oft am besten Früchte tragen, wenn sie ganz trocken stehen. Der Reisende Loureiro hat den Namen Aerides, welcher Luftpflanze bedeutet, einer chinesischen Orchidee eben deshalb gegeben, weil man die fleischigen Stengel derselben an der Decke der Zimmer in der Luft aufhängt, wo sie eine Zeit lang fortwachsen und durch ihre Blumen Wohlgeruch in den Zimmern verbreiten. Aehnliche Erscheinungen zeigen sich an den Saxifraga-, Tradescantia-Arten, ebenso bei den Flechten, die an den nackten Felsen wachsen, woraus man schloß, daß sie aus der Luft leben müßten. Allein das Wachsthum dieser Pflanzen in der Luft geschieht nur dann, wenn sie vorher im Boden erwachsen, fleischige oder knollige Stämme und Blätter gebildet haben, die dann von den jungen Trieben und Blüthen ausgesaugt werden, so daß die Pflanzen, namentlich die genannten Orchideen, dann von ihrem eigenen Fett leben und nicht weiter kommen, sondern nach und nach eingehen, wie wir dieß jetzt an den seit Kurzem nach Europa gebrachten und in Berlin kultivirten Aerides- und Epidendron-Arten zu beobachten Gelegenheit haben.

Ursprünglich und vom Keim aus können solche Pflanzen nicht in der Luft leben, sondern bedürfen des Bodens und der Bodennahrung, auch ohne Rücksicht auf die mineralischen Aschenbestandtheile, und es fällt keinem Orchideenzüchter ein seine Aerides-Arten bloß in feuchter

Luft zu kultiviren, sondern man wählt für diese Pflanzen einen nahrhaften humösen Boden aus und würde sie auf die Dauer ohne diesen nicht erhalten können. Auch solche Pflanzen, welche korpulente Saamen besitzen, deren Eiweiß oder Cotyledenon wie beim Weizen, den Bohnen, mit Nährstoffen versehen ist, keimen zwar, aber wachsen nach dem Keimen im reinen Sande nur so lange, bis ihr eigenes Nährmaterial verbraucht ist. (§. 34.)

Schon Bonnet und de Geer haben sich abgemüht, keimende Saamen in Schwämmen, Sägespänen, Papierschnitzel und ähnlichen nicht nährenden Bodenarten zu ziehen, allein niemals ist es gelungen, ohne Zufuhr von nährenden Stoffen, wie durch reines, keine Nährstoffe enthaltendes Wasser, in einem unfruchtbaren Boden Pflanzen aus Saamen zu erziehen, ganz den Erfahrungen gemäß, nach denen in einem unfruchtbaren Sandboden ohne thierische oder vegetabilische Düngerstoffe keine Pflanzen kultivirt werden können, obgleich alle Aschenbestandtheile in einem solchen Boden vorhanden sind. Nach dieser Theorie müßten die Blätter das Einsaugungsorgan der Nahrung sein, und der eingesaugte Saft von den Blättern zur Wurzel absteigen, während wir umgekehrt die Saamen und Stecklinge immer zuerst Wurzeln treiben und den Holzsaft von der Wurzel zu den Blättern aufsteigen sehen, die Kenntniß des aufsteigenden Saftes seit dem Alterthum bekannt ist. Die Gründe für die Lufternährungs- und Mineraldüngertheorie sind daher auch von der praktischen Seite betrachtet durchaus nicht stichhaltig.

Diese Theorie hat nur dazu beigetragen, die Praxis mit der Theorie der Landwirthschaft zu entzweien, indem sie die offenbarsten seit Jahrtausenden bestätigten Thatsachen der Stalldüngerwirkung entstellt, verdreht und im Prinzip abläugnet, so daß alle Lebenspraxis in der Gärtnerei und Landwirthschaft an dieser einseitig chemischen Theorie irre werden muß.

Diese Theorie hat noch keinerlei praktischen Nutzen gebracht, im Gegentheil hat Liebig selbst schon in Gießen von der Anwendung seiner Mineraldüngertheorie nur Schaden gehabt und keinen einzigen der von ihr gehofften Vortheile gesehen. Den praktischsten Beweis von der Irrigkeit der Mineraldüngertheorie hat die nach derselben von Muspratt & Comp. in England eingerichtete Mineraldüngerfabrik gegeben, die ungeachtet der ausgebreitetsten Anpreisungen, nachdem alle die von diesem Dünger gekauft hatten, sich in den ihnen vorgespiegelten Hoffnungen gänzlich getäuscht sahen, bald den kläglichsten Bankerott machte.

§. 15.

Beim Beginn der Mineraldüngerfabrikation nach Liebig's Theorie mengte man den Düngersalzen auch die als Nebenprodukte bei der Gasfabrikation aus Steinkohle und Torf gewonnenen Ammoniaksalze zu. Diese haben sich aber besonders bei der Düngung der Runkelrüben mit solchem Dünger sehr schädlich erwiesen. Der Fürst Dolgorucki hatte aus der Düngerfabrik von Muspratt & Comp. in England eine sehr große Menge solchen ammoniakhaltigen Mineraldüngers nach dem südlichen Rußland kommen lassen, und das Ergebniß war, daß die sämmtlichen damit gedüngten Runkelrüben anstatt Zucker Salpeter gebildet hatten und für die Zuckerfabrikation gänzlich unbrauchbar geworden waren. Das Ammoniak war im Boden zu Salpetersäure verbrannt und dadurch hatten sich salpetersaure Salze gebildet, deren Anwesenheit in den Pflanzen der Familie der Chenopodeen überhaupt seit lange bekannt, und deren für die Zuckerbereitung besonders lästige Gegenwart in den kultivirten Runkelrüben nach Marggraf schon Hermbstädt und neuerlich Payen kennen gelernt haben.

Verhalten der Liebig'schen Theorie zur Bonitirungspraxis.

§. 16.

Diese Theorie ist sehr schädlich dadurch, daß sie die ganze auf jahrhundertelangen Erfahrungen beruhende Bonitirungspraxis des Bodens bei ihrer praktischen Anwendung ganz ohne Grund in Verwirrung bringen würde. Nach der Liebig'schen Mineraltheorie würden alle unsere Ansichten über Bodenwerth, Bodenreichthum, über die verschiedenen Klassen von gutem und schlechten Boden gänzlich irrig sein und im Prinzip geändert werden müssen. Denn diese Theorie beruht darauf, daß alle eigentlich substantielle Pflanzennahrung, Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff nicht aus dem Boden, sondern aus der Luft stammt, und daß alle Bodengüte von der Anwesenheit von phosphorsaurem Kalk im Boden abhängig sei, ohne daß man wiederum über die bestimmte Menge von phosphorsaurem Kalk, die zu einer gewissen Bodengüte nöthig sein soll, irgend welche bestimmte Angaben machen, noch viel weniger Zeichen der Bodengüte angeben könnte. Die Bedeutung von Thon-, Lehm-, Kleiboden, von Sand-, Kalkboden, Humusboden würde nach der Mineraltheorie gar keinen Sinn haben,

da nach ihr außer den Aschenbestandtheilen der Pflanze weder Humus noch Thon oder Kalk im Boden irgend eine Bedeutung haben sollen, indem die agronomischen Chemiker von allen diesen Dingen nicht die geringste praktische Kenntniß besitzen. Nach dieser Theorie würde man anstatt der Bodenbonitirung eine Luftbonitirung auf Kohlen- und Stickstoffgehalt machen, und künftig nicht den Boden, sondern die Luft der Güter bonitiren und die Grundsteuer nach der Luftqualität veranschlagen müssen, da die Mineraltheorie die Lufternährung als nothwendige Ergänzung neben sich hat und wenigstens zur Hälfte immer in den Wolken schwebt. Nach ihr hat insbesondere der Humus des Bodens keinerlei Bedeutung für die Bodenernährung, und weil sie einen Abscheu vor dem Urhumus hat, so hält sie es sogar für widersinnig von einem reichen Humusboden zu sprechen, wobei natürlich der praktische Landwirth im Oberbruch, im Warthebruch, in der Elbinger Niederung in Verzweiflung über solche Gelehrsamkeit geräth.

Am wenigsten kann nach dieser Theorie von einem guten oder schlechten Düngungszustand der Felder durch Stallmist die Rede sein, da ja die Stallmistdüngung ein Raubsystem und eine Sünde wider den chemischen heiligen Geist sein soll. Wie man von einer schlechten Jurisprudenz sagt: fiat justitia, pereat mundus, so kann man von der Mineraltheorie sagen: fiat chemia, pereat agricultura.

B. Theoretisch-wissenschaftliche Prüfung.

a) Die künstliche Trennung der Pflanzenernährung in viele Elemente, die aus verschiedenen Quellen stammen sollen.

§. 17.

Mit der praktischen Widerlegung der Liebig'schen Theorie der Bodenausraubung sind aber noch keineswegs die vielen wissenschaftlichen und theoretischen Fragen erledigt, die sich über Pflanzenernährung und den Antheil des Bodens oder der Luft an derselben, insbesondere über die eigentliche Natur der Fruchtbarkeit und Unfruchtbarkeit, der Erschöpfung und Bereicherung des Bodens aufdrängen. Die neuere Agrikulturchemie hat diese Fragen chemisch in viele Einzelheiten zerspalten, gewissermaßen sogleich chemisch analysirt, indem sie die Nahrung

der Pflanze nach den letzten chemischen Elementen derselben zertrennt und angenommen hat, daß jedes dieser Elemente aus einer verschiedenen Quelle stamme. Sonach fragt man dann: welches ist die Quelle des Kohlenstoffs, welches ist die Quelle des Stickstoffs, des Wasserstoffs und endlich welches ist die Quelle der Aschenbestandtheile der Pflanzen, indem man von vorn herein voraussetzt, daß jedes dieser Elemente einen von dem anderen verschiedenen Quell und Ursprung haben müsse. In dem Organismus der Pflanze kommen alle diese chemischen Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel, Phosphor nicht getrennt vor, sondern wir finden in den eingesaugten und assimilirten Säften wie in den Sekreten ganz andere Stoffe, wie Gummi, Zucker, Stärke, Wachs, Harze, ätherische Oele, Farbstoffe, bittere Alcaloide, Eiweiß, Kleber, lauter sogenannte ternäre und quaternäre Stoffe, in welchen immer zwei, drei, vier und mehr solcher chemischen Elemente vereinigt vorkommen, wir finden alsdann die organischen Gewebe der Zellen, der Lebenssaftgefäße, Spiralgefäße als die inneren Organe von Holz und Rinde, welche sich zwar durch Verbrennung in Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff auflösen, niemals aber aus solchen Stoffen chemisch zusammensetzen oder wiederherstellen lassen, und so muß man sich von Hause aus die Frage aufwerfen, ob die Pflanze überhaupt ihre Nahrung in Form getrennter chemischer Elemente aufnimmt und aus verschiedenen Medien zusammenholt, oder ob nicht vielmehr eine ursprüngliche einheitliche Verbindung der verschiedenen chemischen Elemente in der Pflanzennahrung ähnlich wie in der Thiernahrung Statt findet.

Nach der jetzt herrschenden Ansicht nimmt man seit Ingenhouß, Sennebier und Sauſſure übereinstimmend an, daß die Elemente der Pflanzennahrung theils aus der Luft, theils aus dem Boden stammen, daß also die Pflanze ihre substantielle Nahrung theils aus der Luft, theils aus dem Boden holt, und es wird nur Streit darüber geführt, welche von diesen Elementen aus der Luft und welche aus dem Boden stammen sollen. Darauf beruht insbesondere der Streit darüber, ob der Stickstoff der Pflanzennahrung aus dem Boden, oder, wie Sauſſure zuerst annahm, aus dem Ammoniak der Luft stammt, wodurch die Partheien der sogenannten Stickstöffler und der Mineralisten entstanden sind, indem Liebig als Mineralist mit Sauſſure annimmt, daß der Stickstoff aus der Luft stamme, während die Stickstöffler sagen, daß

er aus dem Boden und insbesondere aus dem thierischen Dünger desselben herzuleiten sei. Die Stickstöffler selbst bleiben aber bei der nach chemischen Elementen getrennten Abstammung der Pflanzennahrung stehen, und leiten also immer noch den Kohlenstoff aus der Luft ab, so daß sie keineswegs die gesammte Pflanzennahrung als eine einheitliche Substanz im Boden und dem Dünger, vielmehr das Hauptmaterial der Pflanzensubstanz, die Kohle, ganz anderswo als im Boden suchen, und sich mit Ingenhouß, Sauſſure und Liebig dabei ganz auf die Luft verlassen.

So ist denn über den verschiedenen Ursprung der einzelnen chemischen Elemente der Pflanzennahrung alles streitig, indem der Wissenschaft gänzlich das Band fehlt, wodurch die zerstreuten Glieder der Nahrung zu der Einheit verbunden werden sollten, die die einzelnen Stoffe in der Pflanze haben. Die Chemie kann organische Gebilde wohl zerstören, aber nicht wiederherstellen.

In den wissenschaftlichen Ansichten über die Quellen der verschiedenen einfachen Elemente der Pflanzennahrung steht man ganz auf dem Boden chemischer Theorieen und der chemischen Verwandtschaftsgesetze, und hat bisher principiell alles ausgeschlossen, was mit dem chemischen Gedankengang nicht übereinstimmt. Die wissenschaftlichen Theorieen der Pflanzennahrung sind aus den Gesichtspunkten der reinen Chemie behandelt worden, wobei man weder die Gründe einer organischen Pflanzenphysiologie, noch die Thatsachen der Praxis des Garten- und Landbaues nicht im Geringsten hat zu Worte kommen lassen, indem alle diese praktischen Thatsachen mit theoretischen Gründen von der Chemie sind zu Boden geschlagen worden, worin mir die Hauptfehler der rein chemischen Pflanzennahrungstheorien zu liegen scheinen. Wir finden hier einen absoluten Widerspruch der Theorie der Pflanzenernährung mit der landwirthschaftlichen Praxis.

Der Streit der Stickstöffler: Lawes, Mulder, Puſey, Payen, Walz, Schleiden gegen Liebig betrifft Einzelnheiten in den chemischen Erklärungen der Pflanzenernährung, und bleibt auf dem rein chemischen Gebiet, ohne daß die eigentlich physiologischen Fragen zur Erörterung gelangten. Der Streit z. B. darum, ob das Ammoniak aus der Luft oder aus dem Dünger stammt, kann zu nichts führen, so lange man die ganze Lufternährungstheorie überhaupt beibehält und annimmt, daß die Pflanze von Kohlensäure und Ammoniakgas lebe, ohne sagen zu können, wie aus diesen getrennten chemischen Elementen Gummi, Zucker,

Eiweiß, Fett und die Gewebe der Pflanze entstehen sollten. Es bleibt unerklärt wie diese Ansichten mit der Ernährung der Wasserpflanzen (Algen), der parasitischen Pflanzen, der Pilze vereinbar sein sollte, und daß die ganze ökonomische Praxis und Gartenkunst bei der Lufternährungstheorie auch keine einzige Pflanze zu kultiviren im Stande ist.

Man stellt Experimente mit todten Membranen und Gefäßen, mit rein chemischen Stoffen an über Endosmose und Diffusion und vergleicht diese mit der Säftebewegung in der lebenden Pflanze, ohne zu sehen daß solche Diffusionserscheinungen, Durchschwitzungen und Capillareinsaugungen wie ein Schwamm erst in der abgestorbenen Pflanze, wie in den Leichen der Thiere, im todten trockenen Holze eintreten, die lebende Pflanze dagegen, allen mechanischen Durchschwitzungen widersteht. Man schiebt der lebenden Pflanze Leichen unter, und verlangt, daß wir Leichen und lebende Wesen für dieselben Dinge halten sollen. Solche Leichenexperimente und Künsteleien über Diffusion, und die darüber angestellten Berechnungen können chemisch und arithmetisch ganz richtig sein, ohne daß sie im Geringsten etwas für den innern Verlauf der Thätigkeiten in der lebenden Pflanze beweisen könnten; sie stehen mit dem Gange des Lebens in keiner Analogie, sondern im Widerspruch; es sind künstliche Machwerke, die den Namen Wissenschaft im Geringsten nicht verdienen. Die Naturphilosophie ist angeklagt worden, daß sie Hirngespinste in die Physiologie gebracht hätte. Wenn es der Fall ist, so waren sie doch nur unschädliche ideelle, und mit den materiellen Hirngespinnsten der Iatrophysik und Iatrochemie die todten Naturprodukte für lebende Wesen ausgiebt, in ihren Folgen gar nicht zu vergleichen.

b) Thatsachen, welche die Einheit der Pflanzennahrung beweisen.

§. 17a.

Um aus diesen Widersprüchen herauszufinden, müssen wir uns zuerst auf einen festen Standpunkt erheben, welcher nur der Standpunkt der Hortikultur und Agrikultur, welche die Pflanzen nicht bloß als chemische Stoffgemische, sondern als lebende Wesen betrachtet, sein kann, dem alles übrige untergeordnet werden muß. Auf dem Gebiete der Chemie allein ist die Frage der Pflanzenernährung und Pflanzenkultur nicht zu erledigen. Die Chemie ist dabei eine Hülfswissenschaft,

aber sie darf sich nicht, wie Liebig es will, als herrschend betrachten; die wichtigsten Dinge in der Pflanzenkultur sind nicht chemischer, sondern physiologischer Natur, und am Ende ist die Praxis über alles entscheidend. Hier tritt uns dann zuerst eine große Thatsache entgegen, worüber wir alle einig sein werden, und welche niemand zu bestreiten wagen wird, die Thatsache nämlich, daß wir allein durch die Bodenauswahl und die Bodenbehandlung die ganze Pflanzenernährung und Pflanzenkultur in unserer Macht haben, daß in der Handhabung des Bodens, seiner Lage, seiner Beackerung, seiner Düngung alle Mittel gegeben sind, wodurch wir auf das Wachsthum der Pflanzen einwirken, ohne uns im Geringsten um die Beschaffenheit der Luft unserer Güter zu bekümmern. Wir kultiviren den Boden, aber nicht die Luft, und bringen alle Verschiedenheiten im Wachsthum unserer Kulturpflanzen und ihrer Ernährung allein durch Einwirkungen auf den Boden hervor. Wie viel chemische Gründe also auch dafür sprechen mögen, daß die Pflanzen ihr Hauptnährmittel, den Kohlenstoff, den Stickstoff aus der Luft ziehen sollten, so werden sie alle durch die eine große Thatsache zu Boden geschlagen, daß wir den Kohlenstoffgehalt wie den Stickstoffgehalt und die Verbindungen dieser Stoffe unter sich und mit anderen allein durch die Bodenkultur, durch Bodenmischung, Düngung in unserer Gewalt haben. Wir können, wie es Hermbstädt sogar schon durch genaue Versuche erhärtet hat, den Zucker-, Kleber-, Eiweißgehalt, den Gehalt an arzneilichen und Farbestoffen durch Einwirkungen auf den Boden ändern, durch Düngung den Kohlenstoff wie Stickstoffgehalt vermehren, bei einer absolut gleichen Beschaffenheit der Luft, deren Kultur wir auch gar nicht in der Hand haben. Wenn die Pflanzen nicht ihre gesammte Nahrung, worin Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel u. s. w. in Verbindung enthalten ist, aus dem Boden nähmen, so würden wir völlig außer Stande sein, allein durch Einwirkungen auf den Boden die Gesammtheit dieser Stoffe und vor allen den Kohlengehalt der Pflanze zu vermehren, zu vermindern oder sonst zu verändern, und darum widerspricht eben die Lufternährungstheorie der ganzen ökonomischen Praxis.

Insbesondere ist es von Wichtigkeit die Thatsache klar vor Augen zu legen, daß vor allem der Kohlenstoffgehalt der Pflanzen durch die Bodenbeschaffenheit und nicht durch die Luft bedingt ist, daß die Größe

der Produktion des Kohlenstoffs durch Wälder, Felder und Wiesen je nach der verschiedenen Bodenbeschaffenheit und Bodengüte auf dicht nebeneinander liegenden Ackerstücken sehr verschieden ist, obgleich die über allen diesen Ackerstücken befindliche Luft völlig von derselben Beschaffenheit ist. Nach der Lufternährungstheorie müßte ein Morgen Land, wie verschieden auch der Boden sein möge, also bei humusreichem und humusarmen, bei Kiesel-, Thon- und Mergelboden, bei Boden erster oder sechster Klasse immer dieselbe Menge Kohlenstoff in den darauf wachsenden Pflanzen produziren, wie dies auch wirklich angenommen worden ist. Diese Annahme ist jedoch so unrichtig und den alltäglichsten Erfahrungen so widersprechend, daß sie von der größten Unkenntniß der gärtnerischen und ökonomischen Praxis zeugt, und offenbar bloß der Ingenhouß'schen Lufternährungstheorie zu Liebe ersonnen. Liebig hatte sogar nach derselben Theorie die Behauptung aufgestellt, daß auch das Düngen des Bodens keinen Einfluß auf den Ertrag an Kohlenstoff in den darauf kultivirten Pflanzen habe, daß der ungedüngte Boden in Wald, Wiese und Feld ebensoviel Kohlenstoff in den darauf gebauten Pflanzen liefere, als der gedüngte, eine Behauptung, welche einfach durch die verschiedene Scheffel- und Mandelzahl der auf gedüngtem und ungedüngtem Boden gebauten Getreidearten, wie genauer durch die vergleichenden Zusammenstellungen in Block's landwirthschaftlichen Mittheilungen und Hlubeck's Statik des Landbaues widerlegt wird. Es bleibt vielmehr unzweifelhaft, daß wir durch die Bodenbehandlung die Produktion von Kohlenstoff in den Pflanzen in Form von Holz, Stroh, an Zucker, Stärkemehl, Oel in Früchten, Saamen, Wurzeln in unserer Gewalt haben, und daß darauf eben alle Pflanzenkultur beruht, daß also die eine große praktische Thatsache der beliebigen Vermehrung des Kohlenstoffs in Kulturpflanzen durch Düngung die ganze Ingenhouß'sche Theorie der Lufternährung, auf welche sich Liebig stützt und mit welcher seine Mineraltheorie steht und fallen muß, zu Boden schlägt.

§. 18.

Hierdurch müssen wir zu der Gewißheit gelangen, daß es eine eitle Hoffnung ist, indem wir der chemischen Theorie nach den Ursprung des Kohlenstoffs oder des Stickstoffs oder beider in die Lüfte versetzen, wenn wir uns auf die Luft verlassen und auf die Bodenkultur zur Herbeischaffung von Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff verzichten wollten.

Hier sind auch die Stickstöffler im Irrthum, indem sie immer noch den Kohlenstoff aus der Luft ableiten wollen.

c. Die Theorie des Urhumus.

Es ist nun besonders die chemisch-theoretische Frage nach dem Urhumus, deren wissenschaftliche Beantwortung der ökonomischen Praxis immer den Weg vertritt. Man sagt, daß der Humus keine Pflanzennahrung und namentlich den Kohlenstoff derselben nicht liefern könne, weil es in der Urwelt noch keinen Humus gegeben, die Urweltspflanzen also von Humus noch nicht hätten leben können, und darum die jetzigen Pflanzen auch nicht von Humus leben würden. Sie hätten von Kohlensäure leben müssen, weil alle Kohle in Form von Kohlensäure vorhanden gewesen sei. Man sagt nach der chemischen Theorie: die Pflanzen bilden Humus, aber sie leben nicht von Humus.

Nun finden wir aber in der Praxis, daß dieser Theorie zum Trotz der Humus ein vortreffliches Düngemittel ist, daß nach Moorhumus, Mooshumus, Heideerde, Rasenhumus, Moder, Mistbeeterde die Pflanzen vortrefflich wachsen, daß der Humus untergepflügter Lupinen, das zu Humus vermoderte Laub die schönsten Roggen- und Kartoffelernten geben, daß die Gärtner ohne humöse Heideerde und Laubmoder keine Eriken, Orangen würden ziehen können, daß die parasitischen Orchideen allein auf Torf, Moostorf, vermodernden Baumstämmen gedeihen. Sollten wir nun der chemischen Urhumustheorie zu Liebe dem jetzigen Humus diese augenscheinlichen Wirkungen absprechen und sie der Luft zuschreiben, die überall gleich ist, während der Humus doch rein örtlich nur auf seinem Platze wirkt, wie ein einzelner Kuhfladen mitten auf einem unfruchtbaren Ackerstück liegend nur auf seiner Stelle das Korn in die Höhe treibt, während rundum alle Pflanzen, die doch dieselbe Luft genießen, kümmerlich schmachten?

Die Aufklärung des Verhältnisses des Humus zur Pflanzennahrung ist also eins der wichtigsten Dinge, weil damit die Bodenbereicherung und Bodenerschöpfung unmittelbar zusammenhängt (§. 20.)

§. 19.

Das Ergebniß dieser praktischen Beurtheilung läßt sich nun so zusammenfassen:

1) Die Aschenbestandtheile der Pflanzen haben an der Bodenerschöpfung und Bodenbereicherung im Sinne der Landwirthschaft gar

keinen oder nur einen unbedeutenden Antheil, und man kann durch Düngung mit Aschen den Boden nicht mit Nährstoffen bereichern, weil die Aschen und insbesondere der phosphorsaure Kalk keine eigentlichen Nährstoffe sind, und weil sie sich in hinreichender Menge in jedem Boden vorfinden.

Die Wirkung sehr alkalischer Aschen auf sauren Torfboden ist von ganz anderer Natur, indem sie die Auflösung des Torfs und Bildung von Humussäuren begünstigen.

Daher gedeiht eine und dieselbe Pflanze in den mineralisch verschiedensten Bodenarten, wenn substantielle wahre Pflanzennahrung darin vorhanden ist, und umgekehrt sehen wir in botanischen und anderen Gärten die verschiedenartigsten Pflanzenarten in einem und demselben Boden beisammen wachsen.

2) Die Verschlechterung oder Erschöpfung des Bodens hat daher nicht in der Entziehung mineralischer Aschenbestandtheile, am wenigsten in der von Liebig sogenannten Ausraubung des phosphorsauren Kalkes ihren Grund, sondern hat vielmehr ganz andere Ursachen, welche theils in der Beackerung, theils in der Fruchtfolge, theils in dem thierischen oder vegetabilischen Düngungszustande der Aecker liegen.

3) Wir haben daher in dem Ankauf von Mineraldüngern nach Liebig's Theorie kein Mittel, die Fruchtbarkeit des Bodens wiederherzustellen, zu erhöhen oder den Boden zu verbessern. Alle wahren Dünger müssen vielmehr organische Residuen von Pflanzen oder Thierstoffen enthalten. Die mineralischen Salze haben keine formbildende, organisirende Wirkung.

4) Die Furcht vor der Bodenverarmung und vor dem Ausrauben der Knochenerde des Bodens durch Stallmistdüngung ist eine eingebildete und grundlose und beruht auf bloßem Aberglauben an eine chemische Weltregierung.

5) Die Pflanzen können überhaupt nicht aus der Luft leben. Die mit der Mineraltheorie verbundene Lufternährungstheorie wirft die ganze landwirthschaftliche Praxis aufs Trockene, insofern die Luft der Güter eben nicht zu bonitiren und nicht zu kultiviren ist.

Die bloße Widerlegung der Liebig'schen Ansichten über Pflanzenernährung, womit sich in ihrer Weise Schulze in Jena, Mulder, O. G. Wolff, Walz, Hlubeck, Moleschott u. A. beschäftigt, und die wir hier aus anderen Gesichtspunkten in's Klare zu bringen versucht haben, reicht nun aber weder für die Wissenschaft noch für die Praxis

der Landwirthschaft und des Gartenbaues aus; da die Praxis überall der Aufklärung durch Theorieen bedarf, und somit dem Bedürfniß niemals genügt wird, wenn man eine Sache als irrig darstellt, ohne etwas besseres dafür an die Stelle setzen zu können. Man bleibt in diesem Falle in Ermangelung einer besseren Theorie bei der schlechten stehen, und damit ist dann wenig geholfen. Dieß ist nun um so mehr der Fall, wenn bei der Widerlegung einzelner Irrthümer in Nebendingen am Ende der Grundirrthum des Ganzen, hier die Lufternährungs- und Kohlensäuretheorie, stehen bleibt, aus der nothwendigerweise immer wieder neue Irrthümer hervorwachsen. Bevor also der Grundirrthum nicht beseitigt ist, darf man hier auf eine Besserung und freie Entwicklung der Wissenschaft und Praxis nicht rechnen. Die Lehre der Pflanzenernährung wird immer in einem Zustande der Unfreiheit und Krankheit verharren, so lange man in dem Streit der Stickstöffler und Mineralstöffler die Lufternährungstheorie im Uebrigen beibehält und den Grundirrthum dieser nicht beim rechten Ende anzufassen versteht. Dies ist nun die Aufgabe, die wir uns zur Lösung gestellt haben.

II. Eigene Untersuchungen.

A. Humusbildung und Bodenbereicherung.

§. 20.

Bei den Untersuchungen über die Pflanzenernährung sind nun aber zwei Reihen von land- und forstwirthschaftlichen Thatsachen, einmal die Vermehrung des Humus in Wäldern und Wiesen ohne Dünger, und alsdann die Erschöpfung des Bodens an Humus im Acker- und Gartenbau in Betracht zu ziehen.

a. Humusbildung ohne Dünger.

Die Lufternährungstheorie nimmt an, daß die Pflanzen durch Vermoderung ihrer Blätter, Stengel oder Wurzeln nur Humus bilden und dem Boden hinzufügen, daß sie dagegen niemals Humus consumiren, da sie ihre substantielle Pflanzennahrung ohne allen Dünger aus der Luft nehmen sollen; sie glaubt, daß mit dem Beweise der Humusbildung durch Wälder und Wiesen zugleich der Beweis geführt sei, daß die Pflanzen niemals Humus oder sonst feste kohlenstoffhaltige Nah-

rungsmittel des Bodens verbrauchen. Vielmehr nimmt man an, daß der Kohlenstoff, wodurch der Humus gebildet und der Boden bereichert wird, aus der Kohlensäure der Luft stamme, daß die Pflanzen also im Sinne von Ingenhouß immer kohlensaures Gas verdichten und in Kohle und Humus verwandeln. Auf diese Weise sieht man die Bodenbereicherung durch Wiesen und Wälder als einen Beweis für die Lufternährung der Pflanzen und gegen die Ansicht an, daß die Pflanzen ihren Kohlenstoff aus dem Boden entnehmen sollten. Allerdings ist ein scheinbarer Widerspruch zwischen den Thatsachen der Bodenbereicherung und hinwiederum der Bodenerschöpfung durch Pflanzenkulturen vorhanden, ein Widerspruch, der also näher aufzuklären ist.

Die Thatsache der Humusbildung ohne Dünger in Wäldern ist zunächst im Allgemeinen nicht zu bestreiten, wenngleich hier eine große Verschiedenheit in der Menge des gebildeten Humus je nach Verschiedenheit der Bodengüte stattfindet, und die Annahme von Liebig, daß die Holz- wie Humusbildung in allen Wäldern bei den verschiedensten Bodenarten völlig gleich sein sollte, vollkommen unrichtig, vielmehr in besserem Boden immer eine größere Humusbildung als in schlechterem sich zeigt. (§. 33.)

Wir haben auch anzuerkennen, daß die Steinkohlen und Braunkohlen aus urweltlichen Wäldern herrühren, ohne jedoch deshalb zu der chemischen Theorie gezwungen zu sein, daß die Pflanzen diese Kohlenmasse aus dem Kohlenstoff der Kohlensäure der Luft nothwendig hätten bilden, also allein aus der Luft hätten leben müssen.

b. Widerlegung der Theorie der Wasserverdichtung oder Hydratbildung.

Dieser Annahme kann man nämlich zuvörderst den theoretischen Grund entgegenstellen, daß die Wasserstoffverbindungen der Pflanzenkohle sich in den chemischen Proportionen des Wassers in den Kohlenhydraten, und zwar in den Pflanzen wie in den daraus gebildeten Kohlen finden müßten, wenn die chemische Theorie richtig sein sollte, da eine andere Proportion der Wasserstoffverbindungen eine Unmöglichkeit wäre, wenn die Pflanzen ihren Kohlenstoff bloß aus der Kohlensäure der Luft nehmen sollten, indem dann der Wasserstoff nur durch Wasserverdichtung oder Hydratbildung dem Kohlenstoff zugefügt werden könnte, wie es die chemische Theorie auch wirklich annimmt.

Nun sind es aber sehr wenige und genau genommen gar keine Pflanzenstoffe, welche wirkliche Kohlenhydrate sind, d. h. den Wasserstoff in den Proportionen von Wasserstoff und Sauerstoff des Wassers neben dem Kohlenstoff enthalten, sondern immer findet sich, daß entweder Sauerstoff oder Wasserstoff überschüssig ist, was schon Decandolle in einer seiner Pflanzenphysiologie beigegebenen Tabelle über die Stoffproportionen vegetabilischer Produkte zur übersichtlichen Anschauung gebracht hat. Nach der stöchiometrischen Lehre ist zwar angenommen worden, daß gewisse Pflanzenstoffe, wie das Stärkemehl und das Holz, der Zucker, wirkliche Hydrate sein und gerade die von der Rechnung geforderten Proportionen von Sauerstoff und Wasserstoff enthalten müßten; indessen lehrt die wirkliche Analyse, daß bei der Baumwolle und beim Flachs ein Ueberschuß von bis 12 Procent Sauerstoff, selbst beim Stärkemehl ein Ueberschuß von 0,9 Procent Wasserstoff, beim Rohrzucker ein Ueberschuß von 0,67, beim Traubenzucker ein Ueberschuß von 2,27 Procent Sauerstoff vorhanden ist. Noch viel auffallender ist die Abweichung von den Stoffproportionen wirklicher Kohlenhydrate bei allen übrigen Pflanzenstoffen. Unter diesen sind einige (die Säuren) die einen Ueberschuß von Sauerstoff haben, der bei der Apfelsäure bis auf 42,14 Procent steigt; andere, die, wie die fetten und ätherischen Oele, immer einen großen Ueberschuß (von 8—12 Prozent) von Wasserstoff besitzen. Dazu kommt noch, daß mehrere Pflanzenstoffe, wie das Kautschuk und das Terpenthinöl ganz und gar keinen Sauerstoff enthalten und also unmöglich aus Kohlensäure und verdichtetem Wasser entstanden sein können.

Desgleichen zeigt auch alle Steinkohle einen Ueberschuß von 4 bis 5 Prozent Wasserstoff, woraus sich ergiebt, daß die Pflanzen der Steinkohlenwälder ihre Stoffe aus Kohlensäure und Wasser nicht gebildet haben und demnach also von Kohlensäure nicht gelebt haben können.

Endlich giebt es viele Pflanzen, welche wachsen, ohne jemals Sauerstoff auszuhauchen, wie die sämmtlichen Pilze, Flechten und Moose, ferner die meisten parasitischen Pflanzen wie die Orobanchen, Lathräen, Monotropa, Ophrys nidus avis, die panachirten Pflanzen wie der Weißkohl. Diese können sämmtlich nicht von Kohlensäure gelebt haben, weil die Kohlensäuretheorie die Ausscheidung von Sauerstoff zur nothwendigen Voraussetzung hat.

c. Das Wasser als Träger der Pflanzennahrung.

§. 21.

Wenn nun dessenungeachtet die Thatsache besteht, daß in Wäldern, deren Boden noch keine merkliche Quantität Humus enthält, im Laufe des Wachsthums aus den jährlich abfallenden Blättern sich Humus bildet, und da, wo schon Humus vorhanden ist, dieser sich noch vermehrt, so müssen außer dem im Boden vorhandenen Humus noch andere Quellen der Pflanzennahrung dasein. Diese finden sich nun in dem bisher sogenannten Extractivstoffen oder organischen Materien, in den daraus gebildeten Modificationen der Humussäure, welche in allen Quellwassern, Brunnenwassern, Fluß- und Seewassern, sowie in dem Bodenwasser überhaupt, das den Quellen den Ursprung giebt, vorhanden sind. Die Gesammtmenge dieser organischen Materie, der Boden-, Quell- oder Flußwasser ist, wenngleich sie oft nur ½, selten über 1 bis 2 Procent beträgt, doch sehr bedeutend, so daß, wie ich in einer Abhandlung über die nährende Kraft des Wassers (Verhandlungen des Vereins für den Gartenbau in den preuß. Staaten Bd. XX. S. 354 und Bd. XXI. S. 34) durch Versuche gezeigt habe, mit dem Spreewasser bei Berlin täglich gegen 423 Centner, mit der Elbe bei Magdeburg täglich 1798 Centner Extractivstoff fortbewegt werden. Diese sogenannten Extractivstoffe bilden in Berührung mit der Luft verschiedene organische Säuren, wie Humussäure, Essigsäure, Milchsäure, Quellsäure, überhaupt solche Säuren, welche (aus Kohlenstoff und Wasserstoff) zusammengesetzte Radicale enthalten, also entweder schon aus drei (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff), oder wie die Quellsäure und Ackersäure in Verbindung mit Stickstoff aus vier Elementen zusammengesetzt sind, und die verschiedenen Elemente zu einer einfachen Substanz verbunden erhalten, die als Pflanzennahrung dient. Wir haben nun weiter in der Schrift: die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung, sowie: Cykloſe des Lebenssaftes in den Pflanzen, gezeigt, daß die Säuren der Pflanzennahrung nach der Einsaugung in dem Holzsafte in andere Säuren, wie Weinsäure, Apfelsäure, Zitronensäure, Gerbsäure, wie anderseits in Gummi und Zucker umgebildet werden, ohne daß auch nur die geringste Quantität von Kohlensäure sich in diesen Säften befände. Anderseits ist von uns in der erstgenannten Schrift erwiesen worden, daß die genannten vegetabilischen aus zusammengesetzten Radicalen gebildeten Säuren, ähnlich wie die

mineralischen Säuren: Schwefelsäure, Phosphorsäure im verdünnten Zustande von der Pflanze assimilirt werden, und daß das Sauerstoffgas, welches die grünen Blätter der Pflanzen aushauchen, nicht aus der Kohlensäure, sondern allein aus den anderen ebengenannten Säuren stammt, und daß man durch Darreichung reichlicher Mengen solcher Säuren die Blätter, z. B. die Weinblätter durch Weinsteinsäure zur Ausscheidung einer ungemessenen Menge von Sauerstoff fähig machen kann.

Die Ernährung der Pflanzen in einem humusarmen Boden erklärt sich also durch die Zuführung von Pflanzennahrung mittelst des Bodenwassers, das als Grundwasser aus der Tiefe, wie von allen Seiten den Wurzeln zufließt; und hieraus ergiebt sich dann wie durch Waldpflanzen auch ohne künstliche Düngung eine fortschreitende Humusbildung bewirkt werden kann. (§. 33.)

Was durch die Waldpflanzen geschieht, kann natürlich ebensowohl durch Wiesenpflanzen geschehen.

In beiden Fällen ist natürlich je nach der verschiedenen nährenden Kraft des Bodenwassers an verschiedenen Orten ein sehr großer Unterschied, der auch bei verschiedenen Pflanzen je nach der verschiedenen seitlichen oder tiefen Ausbreitung ihrer Wurzeln hervortreten kann, und Liebig's Behauptung, daß die Bodengüte in Wiesen und Wäldern ohne Einfluß auf den Ertrag derselben an Heu und Holz sei, ist durch die einfachsten Erfahrungen als ganz irrig zurückzuweisen.

d. Verhältniß der Wälder zur Pflanzenkultur.

§. 21 a.

Das Verhältniß der Wälder zur Pflanzenkultur ist seit Moreau de Jonnes auch noch aus einem andern Gesichtspunkte betrachtet worden, indem man angenommen hat, daß die Wälder, außer der Bodenbereicherung durch Humusbildung, noch den Nutzen hätten, die Dünste der Atmosphäre anzuziehen, Wolken zu bilden und durch deren Verdichtung die Regenmenge zu vermehren, dadurch den Boden zu bewässern und für den Pflanzenwuchs tauglicher zu machen, auch die Quellen und Flüsse zu nähren, künstliche Bewässerungen zu ermöglichen u. s. w., wonach man dann angenommen hat, daß die Entwaldung eine Unfruchtbarkeit der Länder durch Verminderung der Feuchtigkeit und Aus-

trocknung des Bodens hervorbringen würde. Indessen ist die Wirkung der Wälder auf die Feuchtigkeit des Klima's eines Landes sehr fraglich, da wir an vielen Beispielen sehen, daß die Wälder den Regen eines Landes nicht vermehren und die Entwaldung den Regen nicht vermindert. Wir haben in Unteritalien Gegenden (den Silawald in Kalabrien) die trotz der Tannen- und Lärchenwälder sehr wenig Regen haben, wogegen die fast ganz unbewaldete Lombardei zu den regenreichsten Ländern Europa's gehört, auch das so gut als waldlose England sehr feucht und wasserreich ist.

Wenn nun gewisse regenreiche Länder sehr bewaldet sind, wie Nordamerika, so haben diese nicht den Regen von den Wäldern, d. h. sie sind nicht feucht weil sie Wälder haben, sondern umgekehrt haben sie üppige Wälder, weil sie feucht und regenreich sind.

Daß die Wälder nicht eine regenerzeugende Wirkung haben, erkennt man auch an der Ausbreitung der nassen und trockenen Jahre, die sich gleichförmig über waldreiche und waldarme Länder erstrecken. Der trockene Sommer 1859 erstreckte sich über ganz Frankreich, Deutschland, Rußland und jenseits der Ostsee über das sonst so wasserreiche Schweden, ohne Unterschied der waldreichen und waldarmen Gegenden. Im Thiergarten bei Stockholm hatten im September 1859 die Laubhölzer vor Trockenheit schon die Blätter verloren; die Flüsse waren so wasserarm, daß die Wasserfälle des Trollhätta und des Glommen nur einen sehr schwachen Eindruck machten, wie ich auf einer Reise durch Schweden und Norwegen in dem genannten Jahre zu beobachten Gelegenheit hatte. Auch sonst waldreiche Länder wie Ungarn im Jahre 1863 haben so trockne Jahre, daß völlige Mißernten und Austrocknung der Weiden entstehen, woraus man ersieht, daß die Regenmenge von viel allgemeiner wirkenden Ursachen, als die Wälder, abhängt.

Die Lombardei ist regenreich durch die Nähe der Alpen, Schweden durch seine nördliche Lage und sein Seeklima, England allein durch sein Inselklima; Nordamerika durch die von großen Meeren herwehenden Ost- und Südwinde. Die halbjährigen Regen der Tropenländer hängen von den Seewinden, welche man Monsune nennt, ab.

Die Gebirgswaldungen hat man vor allen Dingen für Regenquellen gehalten, und die Trockenheit des Klima's von der Gebirgsentwaldung nach M. de Jonnes hergeleitet. Allein in der Lombardei hat man umgekehrt beobachtet, daß der Regen nach Entwaldung der

nächsten Gebirge sogar zugenommen habe. Aehnliches ist auch in der Provence im südlichen Frankreich beobachtet worden.

Dieß hat seinen Grund zunächst darin, daß die Wälder auf die Gebirge überhaupt nicht sehr hoch hinaufgehen. Die Wälder gehen in den gemäßigten Zonen (den Alpen, Pyrenäen) nicht über 6 — 8000 Fuß hoch, während die Schneeberge noch bis zu 10 — 15,800 Fuß (Montblanc), darüber hinausragen. In den Tropengegenden steigt der Waldgürtel bis zu 10 — 12,000 Fuß hinauf; über welche Höhe die Schneeberge noch bis zu 26,000 Fuß in die Wolken ragen. Wenn nun die hohen Berge wolken- und regensammelnd sind, so können die Wälder nicht als Ursache dieser Erscheinung angesehen werden. Wenn man also die Menschen und die Kultur angeklagt hat, daß sie gegen die Natur wüthen und durch Entwaldung der Gebirge das Klima verderben, so ist dieß ein großer Irrthum, und sicher hat die Völkerwanderung nicht in der Entwaldung der Gebirge Asiens ihre Ursache gehabt.

Aber die Wälder haben einen anderen Nutzen, und die Entwaldung einen anderen Schaden dadurch, daß der Boden durch die Bewurzelung dichter und fester; die kahlen Berge aber lockerer werden; so daß in bewaldeten Gegenden das Abspülen der Erde durch Regen verhindert, auf den nackten Bergen aber die lockere Erde durch Regengüsse, namentlich bei Gewitterregen weggespült und abgeschwemmt wird, so daß dadurch beim Austreten reißender Flüsse in den Ebenen die fruchtbaren Felder versanden, wie es in Asien, am Euphrat und Tigris, an den armenischen Flußufern; in Frankreich an der Loire, Garonne der Fall ist, und seit dem Alterthum gewesen ist.

Die fruchtbaren Flußniederungen in Pontus und Armenien und in Frankreich sind so 10 — 20 Fuß hoch mit unfruchtbarem Sande überschüttet worden.

Diese Versandungen der Ebenen werden durch die Entwaldung, wenn auch nicht allein hervorgebracht doch sehr vermehrt, namentlich da wo die entwaldeten Berge sich nicht wieder mit Graswuchs oder anderen Kräuterwuchs bedecken.

Der Wasserreichthum der Flüsse wird besonders durch die Schneeschmelzung auf Gebirgen; der Regen durch die Abkühlung der feuchten Luft an den kalten Gebirgshöhen bewirkt. Darin liegt es, daß sich um die höheren Berge Wolken bilden. Die Luftfeuchtigkeit wird dann durch die Winde weitergetragen und somit hängt der Regen sehr von

der Richtung und dem Ursprung der Winde ab. Landwinde sind trocken; Seewinde sind feucht.

Hiernach würde von den Wäldern eine Erhöhung der Fruchtbarkeit durch Vermehrung des Regens nicht zu hoffen, und von der Entwaldung eine Unfruchtbarkeit des Bodens durch Verminderung der Regenmenge nicht zu fürchten sein.

e. Die Bewässerungs-Kulturen.

§. 22.

Mit dem Gehalt des Boden- und Flußwassers an aufgelöster Pflanzennahrung hängt nun die fruchtbare Wirkung der Bewässerungen zusammen, die seit dem Alterthum in vielen Gegenden geübt worden ist und auch auf dem unfruchtbarsten Wüstenboden, wie in Babylonien und der Bucharei die gesegnetsten Ernten hervorzubringen im Stande ist, so daß in den genannten Gegenden und in Persien die Fruchtbarkeit aufhört und die Wüste beginnt, wo die Bewässerung nicht hinreicht. Die Bewässerung mit nahrhaftem Wasser ersetzt nicht nur den fruchtbaren Boden, sondern auch die Düngung, indem das Wasser aus höhergelegenen humusreichen Gegenden die Nährstoffe auflöst und sie tiefergelegenen Gegenden zuführt.

Die pflanzenernährenden Stoffe, welche man also in armen und schlechten Boden aus der Luft hat ableiten wollen, stammen daher nicht aus der Luft, sondern aus dem Bodenwasser, welches der eigentliche Träger aller Pflanzennahrung ist. Auf diese Weise erklären sich alle die Räthsel der Pflanzenernährung bei den Reis- und Zuckerrohrkulturen ohne Düngung, welche besonders von Darwin in seinen Reisen irriger Weise als Beweise für die Lufternährungstheorie betrachtet worden sind.

Die Wirkungen der künstlichen Bewässerung, die beim Kornbau, wie seit alter Zeit in den Gärten Edens, so noch heut in der Bucharei an den Ufern des Gihon und Oxus, wie überhaupt in Persien stattfindet, und welche in den Gegenden wo Reis und Zuckerrohr gebaut wird, allgemein üblich ist, ferner die Wirkung der Berieselung der Wiesen zeigt uns, daß wir die Kohlen- und Stickstoffbildung in den Pflanzen durch Wasserernährung und Wasserbehandlung ebenso in unserer Gewalt haben, wie durch die Bodenbehandlung. Wir können durch das Mittel des Bodens und des Wassers, nicht aber durch die Luft auf die Pflanzen einwirken;

wir können Boden und Wasser, nicht aber die Luft kultiviren, und daraus geht hervor, daß alle substantielle Pflanzennahrung, aller Kohlenstoff und Stickstoff so gut als die mineralischen Aschenbestandtheile aus dem Boden und Wasser und nicht aus der Luft stammen; daß also der Boden bei der Kultur der Pflanzen nicht bloß die mineralischen oder Aschenbestandtheile der Pflanzen liefert, wie Saussure und Liebig annehmen, sondern die gesammte Pflanzennahrung überhaupt uns insbesondere nicht bloß den Stickstoff, sondern auch den Kohlenstoff; alles zusammen in einer einheitlichen Verbindung.

Die Thatsache, daß auch der Kohlenstoff der Pflanzen aus dem Boden stammt, erwiesen zu haben, glaube ich der Schrift: die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung besonders als Verdienst anrechnen zu dürfen. Daß diese Thatsache noch nicht allgemein anerkannt, ja vielen noch ganz unbekannt ist, enthält den Grund vieler Streitigkeiten und Widersprüche über die neueren Theorien der Pflanzennahrung überhaupt. Denn bisher haben selbst diejenigen, welche den Ursprung des Stickstoffs aus dem Boden und insbesondere aus dem thierischen Dünger eingesehen hatten, wie Mulder, Wolff, Walz, Hlubeck, immer noch den Ursprung des Kohlenstoffs der Pflanzen auf die Kohlensäure der Luft zurückführt und eine substantielle Lufternährnng neben der Bodenernährung angenommen, weil ihnen die von mir entdeckten Thatsachen unbekannt geblieben zu sein scheinen, wobei dann die wahre Bedeutung des Düngers immer hat räthselhaft bleiben müssen, da nicht einzusehen ist, wie sich der Stickstoff des Düngers von dem Kohlenstoff desselben trennen und die Pflanzen den Stickstoff ohne den Kohlenstoff des Düngers sollten ausziehen können. Es ist fast sicherer zu beweisen, daß der Kohlenstoff aus dem Boden stammt, als der Stickstoff.

Der Streit zwischen Mulder, Sprengel, Moleschott einerseits und Liebig anderseits dreht sich nur um die Frage, ob die Pflanzen, wie Liebig und Ingenhouß sagen, allen Kohlenstoff, oder nur einen Theil desselben aus der Luft nehmen, wie Saussure, Mulder, Sprengel annehmen, welche meinen, daß der Humus einen andern Theil des Kohlenstoffs liefern. Dabei bleibt die Kohlensäuretheorie im Allgemeinen bestehen, und die künstliche Zerstückelung der Pflanzennahrung behält die Oberhand, während die Einheit der Pflanzennahrung nicht zur Einsicht gelangt.

Saussure, Mulder, Sprengel nehmen eine Lufternährung neben

der Bodenernährung an und glauben, daß die Flechten, die parasitischen Orchideen, welche nicht in der Erde wachsen auf eine ganz andere Weise aus der Luft ernährt werden als die übrigen Pflanzen, ohne zu bedenken, daß alle nicht im Boden wildwachsenden parasitischen Pflanzen sich auch sehr wohl im Boden kultiviren lassen, wodurch man gezwungen wird anzunehmen, daß dieselbe Pflanze bald aus der Luft, bald aus dem Boden leben müßte.

In allen diesen Ansichten bleibt die Ingenhouß'sche Kohlensäuretheorie die Grundlage der Theorie der Pflanzenernährung überhaupt, und der weitere Streit darum ob auch der Stickstoff aus der Luft, wie die Mineralstöffler (Saussure, Liebig) annehmen, oder aus dem Boden stamme, wie die Stickstöffler glauben, bleibt für die Hauptsache von ganz untergeordneter Bedeutung.

§. 23.

Die zuerst von Ingenhouß ausgesprochene Behauptung, daß aller Dünger durch Gährung und Fäulniß sich gänzlich in Kohlensäure und Ammoniakgas auflösen, und der Dünger auf diese Weise immer erst die Luft mit Pflanzennährstoffen befruchten; der Dünger also nicht dem Boden, sondern nur der Luft Pflanzennahrung geben sollte, ist vollkommen unrichtig. Der Beweis für die Unrichtigkeit dieser Behauptung ist zunächst darin zu finden, daß, obgleich beim Faulen des Düngers sich kohlensaures und Ammoniakgas entwickelt, dennoch der ganze Dünger sich ganz und gar nicht in solche Gasarten auflöst, indem nach vollendeter Gährung und Fäulniß des Düngers immer eine Humus- oder Modermasse zurückbleibt, auf deren Bildung ja eben die Erzeugung von Torf, Braunkohle und Steinkohle aus verwesten Pflanzen beruht. Diesen Prozeß der Humification des Düngers haben wir auch an der Bildung der Mistbeeterde vor Augen, deren Düngerkraft keinem Gärtner unbekannt ist. Wäre die Ingenhouß'sche, von Saussure, Liebig und allen Anhängern dieser Theorie angenommene Ansicht richtig, so müßte nach Vollendung der Düngerfäulniß die ganze feste Düngermasse verschwunden und in Luft verflüchtigt sein, während wir indessen sehen, daß die Menge der sich bei der Fäulniß entwickelnden Gasarten nur sehr gering im Verhältniß zu der übrigbleibenden Humusmasse ist. Der nach beendeter Düngergährung übrigbleibende Humus enthält nun die sämmtlichen Bestandtheile, welche zur Pflanzennahrung überhaupt gehören: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und die Salze,

welche dann vereint die Form fixer Säuren annehmen, wie sie sich in der Essigsäure, Milchsäure, Humussäure, Quellsäure, Geinsäure u. s. w. darstellen, und nach und nach im Bodenwasser auflösen.

f. Nähere Betrachtung der Theorie des Urkohlenstoffs und des Ursprungs der Steinkohle.

§. 24.

Da das Wasser die in ihm gelösten Pflanzennahrungsstoffe immer erst aus dem Boden entnimmt, so ist in der That der Boden der alleinige Quell der substantiellen Pflanzennahrung, und alle entfernten Elemente derselben, vor allen Dingen aber der Kohlenstoff, sind ursprünglich im Boden vorhanden. Das ursprüngliche Vorhandensein von Kohlenstoff im Boden oder in den Gebirgsformationen, woraus dieser sich bildet, ist es nun aber besonders, was man in Betreff der Ernährung hat ableugnen wollen.

Als Grund hierfür nimmt man an, daß es außer der Steinkohle keine andere Kohle in den Gebirgsarten geben soll, und also weil die Steinkohle von Pflanzen stammt, die ersten Pflanzen ihren Kohlenstoff nur aus der Kohlensäure der Luft hätten entnehmen können.

Wenn nun aber die Kohlensäure der Luft die Pflanzennahrung nicht liefert, so ist das Räthsel, wo der erste Kohlenstoff im Boden, der vor dem Dasein des Pflanzenhumus war und ist, gefunden werden kann, noch zu lösen. Die Frage ist hier, ob vor dem Dasein der Pflanzen auf der Welt in der Erde Kohle vorhanden war, und ob noch jetzt in der Erde Kohle vorhanden ist, welche nicht von Pflanzen stammt?

Die chemische Theorie meint, daß es wie keinen Urhumus, so überhaupt keine Urkohle in der Erde gegeben habe, daß dagegen ursprünglich aller Kohlenstoff in der Welt in Form von Kohlensäure nur in der Luft gewesen sei. Es läßt sich aber zeigen, daß diese Meinung irrthümlich ist, und daß es jetzt noch viel Kohle in der Erde giebt, die nicht von Pflanzen stammt. Diese Kohle findet sich in den Graphiten, den schwarzen Glimmern, sowie den Anthraziten, deren Identität mit Steinkohlen sich nicht beweisen läßt; in den Diamanten, ferner in den von Vulkanen aus dem Innern der Erde ausgeworfenen Formen der Kohle, in der Lava wie in der Moya der amerikanischen Vulkane; woraus sich denn die bei dem jüngsten Ausbruch des Vesuv's

beobachtete Ausströmung von Kohlenwasserstoff, das doch nur von erhitzten kohlenhaltigen Substanzen herrühren kann, erklärt.

Der Kohlengehalt der vor der Pflanzenwelt dagewesenen Glimmer und Graphite der Urgebirge, der sich auch in dem aus den Gneißen und Glimmerschiefern gebildeten Schutt, welcher den Pflanzen als Boden dient, befindet, erklärt also hinreichend den Quell des ursprünglichen Kohlenstoffs der Pflanzen, ohne daß man zur Kohlensäure der Luft seine Zuflucht zu nehmen brauchte. Der Pflanzenhumus ist dann nur eine Widerholung des Urhumus der Glimmer, Graphite und Schiefer auf einer höheren Stufe der Entwickelung, wodurch denn auch die Pflanzen mit veränderter Lebensweise und Ernährung zur höheren Stufenentwicklung gelangten, die wir deutlich genug schon an den urweltlichen Floren sehen.

Mit den Beweisen, daß die Steinkohle von Pflanzen stammt, ist also im Entferntesten nicht erwiesen, daß die Pflanzen der Jetztwelt von der Kohlensäure der Luft leben und die Luft von Kohlensäure reinigen sollten. Die Erklärung der Pflanzenernährung durch Kohlensäure der Luft ist ohnehin eine bloße Kreisdrehung und eine bloße chemische Scheinerklärung. Denn wenn die Kohlensäure der Luft von Pflanzen verbraucht würde, so muß man sich doch weiter erklären, wie die verbrauchte Kohlensäure in der Luft wiedererzeugt wird, und dabei muß man doch immer wieder auf die Kohle selbst zurückkommen, durch deren Verbrennung die Kohlensäure entstehen müßte; die Kohle selbst würde immer das erste sein, und die Erklärung der Pflanzenernährung aus Kohlensäure ist dann einer Schlange gleich, die mit dem Munde ihren eigenen Schwanz verschluckt; sie ist eine Schraube ohne Ende. Auch stimmt diese Erklärung nicht mit der Thatsache überein, daß im Sommer, wo doch die Pflanzen vorzugsweise wachsen und Kohlensäure verbrauchen müßten, die Luft vielmehr reicher an Kohlensänre ist wie im Winter, wo die Pflanzen nicht wachsen und keine Kohlensäure verbrauchen könnten, wie denn überhaupt in Wäldern, wo die stärkste Vegetation ist, die Luft am kohlensäurehaltigsten, verdorbensten, wogegen die Luft der pflanzenleeren Wüsten reiner von Kohlensäure ist.

Man kann sagen, daß durch die Kohlensäuretheorie der Pflanzenernährung nur Verwirrung in die Pflanzenphysiologie und die Pflanzenkulturlehre, insbesonders in die Lehre der Humusbildung gekommen ist, ohne daß sie nach irgend einer Seite hin befriedigen könnte oder befriedigt hätte. Weil sie nach allen Seiten hin zu der landwirthschaft-

schaftlichen Praxis nicht paßt, so hat sie die Wissenschaft überall zu Ausflüchten getrieben um die Widersprüche zwischen Theorie und Praxis zu erklären, was vor allem in der Düngerpraxis und Düngertheorie hervortritt. Denn wenn die substantielle Pflanzennahrung als aus der Kohlensäure und dem Stickstoff der Luft stammend, betrachtet und angenommen wird, daß die Pflanze diese Stoffe aus dem Boden nicht zu nehmen braucht, so würde die Düngung des Bodens mit substantieller Pflanzennahrung überflüssig, die ganze Düngerpraxis würde räthselhaft, und die Düngertheorie dann ein ewiges Kopfzerbrechen sein. Nur das Kopfzerbrechen über diese Widersprüche scheint es zu sein, was Liebig am Ende in der starren Konsequenz seiner rein chemischen Schlußfolgerungen zu der abenteuerlichen Hypothese der Ausraubung des Bodens durch die Düngerpraxis der Landwirthschaft getrieben hat, wobei am Ende die unschuldigsten Land- und Forstwirthe für die größten Sünder erklärt werden. Die Widersprüche zwischen Theorie und Praxis, oder vielmehr zwischen der Düngerpraxis und der Respirationstheorie sind so groß; daß man entweder die ganze Düngerpraxis aufgeben und die Stallmistdüngung mit Liebig für eine Sünde erklären, oder die Düngerpraxis beibehalten, dann aber die ganze Ingenhouß-Sauſſure'sche Respirationstheorie verwerfen muß.

g. Die neuen Versuche über die Respiration der Pflanzen.

§. 25.

Dazu kommen noch die Erscheinungen der Respiration. Die Pflanzen, anstatt Kohlensäure zu verbrauchen, sehen wir vielmehr immerfort, nicht bloß im Dunklen und des Nachts, wie man zeither angenommen hatte, sondern auch bei Tage und selbst im Sonnenschein Kohlensäure aushauchen. Wir haben nämlich in der obenangeführten Schrift gezeigt, daß das Sauerstoffgas, welches die Pflanzenblätter am Tage aushauchen, niemals rein, sondern immer mit Kohlensäure vermengt ist, die Pflanzen also selbst während der Sauerstoffaushauchung immer zugleich Kohlensäure bilden, wie es des Nachts und bei trübem Himmel geschieht, wo sie, anstatt Sauerstoff auszuscheiden, dann vielmehr Sauerstoff absorbiren wie beim Athmen der Thiere. Die Pflanzenrespiration ist hiernach ein viel zusammengesetzterer Prozeß als man nach der Kohlensäuretheorie angenommen hatte, indem dabei einmal ganz wie beim Athmen der Thiere Kohlensäure gebildet und Sauerstoff

absorbirt wird, was eine allgemeine Erscheinung bei allen, auch den nicht grünen parasitischen Pflanzen, Flechten und Pilzen ist, welche wie die keimenden Saamen beim Malzen immer die Luft verderben, während die Sauerstoffaushauchung anderseits nur bei den grünen Pflanzen und im Sonnenschein am Tage, nicht einmal bei trübem Wetter, immer nur nebenbei geschieht.

Und selbst wenn man bei den seit Ingenhouß, Sennebier und Sauſſure bekannten Erscheinungen der Sauerstoffaushauchung am Tage und der Sauerstoffinspiration und Kohlensäureexspiration des Nachts stehen bleibt, so hebt sich die Sauerstoffabsorption des Nachts und die Sauerstoffbildung am Tage auf; so daß auch, wenn die Kohlensäure die Quelle des ausgehauchten Sauerstoffs wäre, eine Ernährung durch Aneignung des Kohlenstoffs durch chemische Zersetzung der Kohlensäure eine Unmöglichkeit sein würde; weil des Nachts wieder so viel Kohlensäure von der Pflanze gebildet und ausgeschieden wird, als am Tage der Theorie nach absorbirt und zersetzt sein sollte; die Pflanze also keinen Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft sich angeeignet haben kann. Daß die Pflanze aber, wenn sie im Boden steht, durch die Wurzel Kohlensäure mit dem Bodenwasser einsaugen und dann in den Blättern zersetzen sollte, wie man jatrochemisch angenommen hat, steht mit der Thatsache in Widerspruch, daß der eingesaugte Holzsaft niemals auch nur eine Spur von Kohlensäure enthält, während andere ternäre und quaternäre Säuren, wie Weinsäure, Milchsäure, Gerbsäure darin von mir entdeckt und nachgewiesen worden sind. Auch haben wir in der Schrift: Entdeckung der wahren Pflanzennahrung gezeigt, daß das Parenchym der sauerstoffaushauchenden Blätter, sowie der Lebenssaft der Pflanzen immer von Weinsäure, Gerbsäure, Apfelsäure schon gegen Lackmuspapier sauer reagirt, aber niemals auch nur eine Spur von Kohlensäure enthält, wie denn die aus dem schwammigen Zellgewebe vieler Pflanzen unter Wasser ausgedrückte Luft durchaus immer vollkommen frei von Kohlensäure ist, aus welcher Sauerstoff abgeschieden werden könnte. Die in den Pflanzensäften enthaltene Säure ist vielmehr Weinsäure, Milchsäure, Apfelsäure, Gerbsäure ꝛc. Die von der chemischen Theorie angeführten Erscheinungen werden nur dadurch erklärlich, daß, wie wir schon gesagt, die Kohlensäure überhaupt nicht die Quelle des ausgeschiedenen Sauerstoffs ist, sondern daß der Sauerstoff aus den mit Kohlenwasserstoffradikalen versehenen anderen Säuren, die in jedem Pflanzenparenchym vorhanden sind, gebildet wird.

§. 26.

Mit den von uns angeführten Thatsachen stimmt dann überein, daß man wohl mit Humus, den Humussäuren und solchen Substanzen, woraus sich Humussäure, Milchsäure, Quellsäure bilden können; niemals aber mit Kohlensäure praktisch Pflanzen ernähren und kultiviren kann, indem die Kohlensäure in der Luft den Pflanzen so schädlich ist wie den Thieren.

Die Pflanzennahrung stellt also in dem Humus und den sich daraus bildenden Säuren eine einheitliche Substanz dar, in welcher alle die chemischen Elemente, aus denen die Stoffe und Gewebe der Pflanzen bestehen, verbunden enthalten sind. Auf die Behandlung dieser einheitlichen Nahrungssubstanz kommt in der Kultur der Pflanzen alles an.

Am wichtigsten ist die Entscheidung der hiermit zusammenhängenden wissenschaftlichen Frage: welches der Quell des Sauerstoffs ist, das die Pflanzen bei ihrer Respiration am Tage aushauchen. Man hat, wie bereits angedeutet, seit Ingenhouß und Sauffure angenommen, daß dieses Sauerstoffgas aus der Kohlensäure stammt, von der die Pflanzen leben sollen. In diesem Falle müßte immerfort Kohlensäure zum Verschwinden gebracht werden in dem Maße als Sauerstoff von den Pflanzen ausgeschieden wird. Da wir aber im Gegentheil sehen, daß auch am Tage neben dem Sauerstoff von den grünen Pflanzentheilen immer noch gleichzeitig Kohlensäure abgeschieden wird, die mit dem Sauerstoffgase vermengt ist und leicht durch Kalkwasser und genauer im Eudiometer nachgewiesen werden kann; so ist klar, daß die Pflanze weit entfernt Kohlensäure zum Verschwinden zu bringen, vielmehr immerfort Kohlensäure ausscheidet, die Kohlensäure also nicht das Material sein kann, woraus die Pflanze den Sauerstoff bereitet und ihren Kohlenstoff entnimmt.

Der Quell des ausgehauchten Sauerstoffgases ist vielmehr in den ternären und quaternären mit Kohlenwasserstoffradikalen versehenen Säuren: der Milchsäure, Essigsäure, Weinsäure, Apfelsäure, Gerbsäure, welche sich aus den eingesaugten Humus- und Quellsäuren bilden zu suchen, wie zugleich in den verschiedenen mineralischen Säuren; der Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, welche, wie wir gezeigt haben, sämmtlich von den Blättern zum Verschwinden gebracht werden in dem Maße, als von denselben Sauerstoffgas ausgehaucht wird.

Die Versuche hierüber sind sehr leicht anzustellen, indem eine Anzahl langer Weißbiergläser hinreicht, darin die Pflanzenblätter in mit 1 — 5 pro mille Weinstein-, Apfel-, Milch-, Salpetersäure angesäuertem Wasser abzusperren und zur Vergleichung ein Glas, worin sich Blätter in reinem, ungesäuertem Wasser befinden, daneben hinzustellen. Man wird finden, daß 50 Weinblätter in reinem Wasser etwa $^1/_2$ Kubikzoll Sauerstoff an einem ganz sonnenhellen Tage geben, während sich aus 50 Weinblättern in saurem weinsauren Kali (Weinstein) 10 — 12 Kubikzoll Sauerstoff in derselben Zeit entwickeln und daß in dem Maße als sich Sauerstoff entwickelt die Weinsäure verschwindet und das Wasser neutral zurückbleibt. Aehnlich mit allen übrigen Säuren.

§. 27.

Die mancherlei Versuche, welche seit Saussure und neuerlich noch von Ville in Paris gemacht sind, um zu zeigen, daß die Pflanzen etwas Kohlensäure absorbiren und darum von Kohlensäure sollten leben können werden durch die großen Thatsachen widerlegt, daß die Pflanzen in mit Kohlensäure imprägnirter Luft z. B. in Malzkellern ersticken, so gut wie Thiere; und daß es nicht möglich ist im Großen Pflanzen mit Kohlensäure zu ernähren und zu kultiviren. Wenn nur ein Körnchen Wahrheit in der Kohlensäuretheorie wäre, so würde die praktische Anwendung derselben in der Pflanzenkultur durch Düngung mit Kohlensäure nicht auf sich warten lassen, da es ja an unnützer und schädlicher Kohlensäure gar nicht fehlt, welche aus der Welt zu schaffen eine große Wohlthat wäre, um so mehr als man daran eine wohlfeile Pflanzennahrung hätte. Ich selbst war in meiner Schrift: die Natur der lebendigen Pflanze noch der Saussure'schen Theorie gefolgt; allein die Thatsachen der Kulturpraxis der Pflanzen und die Entdeckung der Verarbeitung der fixen Säuren mit zusammengesetzten und einfachen Radikalen haben mich eines besseren belehrt.

§. 28.

Zweifel an der Ingenhouß-Saussure'schen Theorie der Pflanzenernährung durch Kohlensäure sind schon durch die Versuche von Ruhland (Schweigger's Journal für Chemie und Physik Bd. 14. S. 356) und Grischow (Untersuchung über die Athmung der Gewächse. Leipzig 1819) angeregt worden, ohne daß jedoch neue Thatsachen vorhanden gewesen wären, wodurch die Sache hätte vollkommen aufgeklärt werden können.

Nach Sauſſure's Theorie ſollte der Nachts von der Pflanze abſorbirte Sauerſtoff dazu dienen, mit dem Kohlenſtoff des Parenchyms der Blätter Kohlenſäure zu bilden, die als Luft in der Umgebung der Pflanze bleiben und dann im Sonnenſchein am Tage wieder ſo zerſetzt werden ſollte, daß der Kohlenſtoff wieder vom Parenchym aufgenommen; der Sauerſtoff ausgehaucht würde. Hiergegen hat man aber angeführt, daß nach den eigenen Verſuchen Sauſſure's die Pflanzen (Lythrum, Polygonum) auch ohne alle Kohlenſäure und ohne Sauerſtoff in reinem Stickgas, Waſſerſtoffgas und Kohlenoxydgas bei Lichte dennoch Sauerſtoff aushauchen. Daß dieſes Sauerſtoffgas auch nicht von ſolcher Kohlenſäure, die im Parenchym der Pflanze enthalten iſt, herrühren kann, hatte eigentlich ſchon Sennebier dadurch erwieſen, daß man weder durch die Luftpumpe, noch durch das Ausdrücken des Parenchyms aus Pflanzenblättern die geringſte Menge Kohlenſäure erhalten kann, nachdem ſie zuvor Sauerſtoff abſorbirt hatten; daß alſo in der That in der Pflanze ſelbſt gar keine Kohlenſäure enthalten, das abſorbirte Sauerſtoffgas alſo gar nicht zur Bildung von Kohlenſäure verwendet worden iſt. Ruhland nahm daher an, daß die Kohlenſäure, wie andere Säuren oder Salze der Pflanze nur als Reizmittel zur Abſcheidung von Sauerſtoff dienen möchte, wobei aber die Quelle des Sauerſtoffs immer dunkel bleibt.

In der That iſt auf dem Standpunkte der Kenntniſſe von Ingenhouß, Sennebier und Sauſſure das Räthſel der Pflanzenreſpiration nicht zu löſen; wir bedürfen dazu neuer Thatſachen.

§. 29.

Die neuen Thatſachen, auf welche die von uns in der gedachten Schrift gegebene Erklärung der Reſpiration im Zuſammenhang mit der Pflanzenernährung ſich gründet, ſind nun folgende:

1. Das Parenchym, die Holzſäfte und Lebensſäfte aller Pflanzen ſind ſauer, wovon man ſich einfach durch Berührung derſelben; wie des Birken- oder Ahornſaftes, mit Lackmuspapier überzeugen kann.

2. Dieſe Säure iſt niemals Kohlenſäure, ſondern rührt von verſchiedenen fixen Säuren mit Kohlenwaſſerſtoffradicalen: Weinſäure, Milchſäure, Apfelſäure, Gerbſäure her; verſchieden bei verſchiedenen Pflanzen.

3. Die Säure der Blätter iſt am ſtärkſten des Morgens, nachdem ſie Nachts Sauerſtoff abſorbirt haben; ſchwächer des Abends, be-

sonders an sonnenhellen Tagen, nachdem Sauerstoff ausgehaucht worden ist. Diese Verschiedenheit der Säurung ist an den Portulacblättern schon durch den Geschmack zu erkennen, was schon von Heyne in Ostindien an Bryophyllum beobachtet wurde.

4. Die bleichen, kein Sauerstoff aushauchenden Pflanzen und Pflanzentheile: Orobanche, Lathraea, der Weißkohl, sind immerfort gleich sauer, ohne jemals Kohlensäure zu enthalten.

5. Die Aushauchung des Sauerstoffs im Lichte steht im genauen Verhältniß mit der Entsäuerung des Parenchyms der Pflanzen von Weinsäure, Apfelsäure u. s. w.

6. Wenn man den Pflanzenblättern die genannten Säuren in damit angesäuertem Wasser darbietet; so absorbiren sie dieselben, während sie im Lichte Sauerstoffgas aushauchen. Alsdann ist Abends nach Beendigung eines solchen Versuchs die Säure verschwunden und das Wasser neutral, während die Menge des ausgehauchten Sauerstoffs derjenigen in der verschwundenen Säure enthaltenen entspricht.

7. Gleichzeitig mit dem Sauerstoff wird im Lichte wie im Dunklen immer Kohlensäure ausgehaucht. Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure beträgt 10—12 Procent der ausgeschiedenen Luft, wie mir genaue eudiometrische Versuche gezeigt haben.

8. Das ausgeschiedene Sauerstoff ist nicht rein, sondern außer der Kohlensäure immer noch mit Stickgas vermengt. Der Sauerstoffgehalt der im Lichte aus Weinsäure von Weinblättern exspirirten Luft beträgt $33^1/_3$—40 Procent; der Stickstoffgehalt $66^2/_3$—60 Procent, nach eudiometrischen Messungen im September. An trüben Tagen ist der Kohlensäuregehalt noch größer; der Sauerstoffgehalt geringer. Doch ist der Sauerstoffgehalt der exspirirten Luft immer so groß, daß nach Entfernung der Kohlensäure durch Kalkwasser ein glimmender Holzspahn sich sogleich zu heller Flamme entzündet.

9. Die Ingenhouß'sche Respirationstheorie beruhte auf der Annahme, daß der Pflanzendünger vor der Aufnahme in die Pflanze sich durch Gährung und Fäulniß in Kohlensäure auflöse, und alle Bodennahrung erst die luftförmige Gestalt annehmen müsse. Diese Annahme ist niemals widerlegt, vielmehr bisher als eine wirkliche Thatsache betrachtet worden. Da sie indessen unrichtig ist, vielmehr bei der Düngerfäule nur verhältnißmäßig wenig Gasarten sich verflüchtigen und, ähnlich wie bei der Weingährung und Essiggährung, vielmehr andere nicht gasförmige Producte sich bilden, welche als Humus erscheinen,

so fällt die Hauptstütze dieser Respirationstheorie weg, weil sie von falschen Thatsachen ausgeht.

10. Hiernach ist es eine unzweifelhafte Thatsache, daß als Material, woraus der exspirirte Sauerstoff gebildet werden könnte, in der Pflanze nichts anderes als die genannten verschiedenen fixen Säuren vorhanden ist, und die Entstehungsart dieser Säuren aus dem Dünger oder der Pflanzennahrung überhaupt kennen zu lernen ist, die Aufgabe, die wir uns in dem Werke: die Cyclose des Lebenssaftes in den Pflanzen (Bonn 1841) gestellt haben.

§. 30.

Von rein chemischen Gesichtspunkten ausgehend, hat man den neuen Versuchen über die Respiration der Pflanzen, nach denen die Pflanzenblätter alle fixen Säuren mit mehrfachen wie einfachen Radicalen zersetzen, und der Quell des Sauerstoffs, welchen die Pflanzen aushauchen in diesen Säuren und nicht oder doch sicher nicht allein in der Kohlensäure zu suchen ist, den Einwand entgegengestellt, daß die Salzsäure, welche der neuern Theorie nach keinen Sauerstoff enthält, ebenfalls die Sauerstoffaushauchung vermehrt, was man dieser Theorie nach für eine Unmöglichkeit gehalten hat. Darauf kann ich zunächst nur antworten, daß Thatsachen durch Theorien nicht aus der Welt gebracht werden, und daß wenn die Beförderung der Sauerstoffaushauchung durch Salzsäure mit der vorhandenen Theorie nicht übereinstimmt, eine andere Erklärung dafür gefunden werden muß, nicht aber geschlossen werden darf, daß weil die Vermehrung der Sauerstoffausscheidung aus den Blättern durch Salzsäure mit der vorhandenen Theorie nicht übereinstimmt, der Thatsache der Ausscheidung des Sauerstoffs aus den von mir genannten Säuren nunmehr auch überhaupt nicht richtig sein könne. Die Chlorverbindungen haben überhaupt noch manches Räthselhafte, wie die einfache Auflösung der Chlormetalle in Wasser, von denen man nicht sagen kann, ob sie salzsaure Salze oder wasserstoffreie Chlorverbindungen enthalten. Indessen scheint die Wirkung der Salzsäure auf Pflanzenblätter weniger Schwierigkeiten darzubieten, wenn man berücksichtigt, daß alle grünen Blätter außer den freien, fixen Säuren immer noch größere oder geringere Mengen milchsaurer, weinsaurer, apfelsaurer Salze enthalten, welche durch Salzsäure zerlegt werden, wodurch dann die vegetabilischen Säuren frei und auf die gewöhnliche Art von der Pflanze im Lichte so zersetzt werden, daß aus

ihnen der Sauerstoff ausgeschieden und der Kohlenwasserstoff derselben assimilirt wird, während Chloride als Aschenbestandtheile übrig bleiben. Selbst wenn sich eine andere Erklärung finden sollte, bleiben die angeführten Thatsachen bestehen, welche so auffallend und augenscheinlich sind, daß jedem der die Versuche widerholen will nicht der geringste Zweifel darüber übrig bleiben kann.

h. Die Theorie der Luftverbesserung durch die Pflanzen.

§. 31.

Die Ingenhouß'sche Theorie der Respiration der Pflanzen wurde von Anfang an in einer zwiefachen Beziehung dargestellt. Einmal in Beziehung auf die Pflanzen selbst, indem man die Pflanzen als desoxydirende Körper darstellte; alsdann in Beziehung auf die Atmosphäre, indem man die Pflanzen als Werkzeuge der Luftverbesserung ansah. Diese letztere Beziehung ist bei der Behandlung der Pflanzenrespirationslehre immer in den Vordergrund getreten, ja als die Hauptsache in der ganzen Theorie betrachtet worden, so daß die Vorliebe, mit welcher dieselbe aufgenommen worden ist, vorzüglich auf der Erklärungsart der Luftverbesserung durch Pflanzen beruht. Die Erfahrung, daß durch das Athmen der Thiere und des Menschen die Luft von der ausgeathmeten Kohlensäure verdorben wird, so daß sie in eingeschlossenen Wohnungsräumen zuletzt erstickend werden kann, ließen auf Mittel denken, welche die Natur anwendet, die Luft wieder von Kohlensäure zu reinigen und zu verbessern, und hier kam die Priestley'sche Entdeckung, daß die grünen Pflanzen- und Pflanzentheile im Lichte Sauerstoff aushauchen, dem Ingenhouß gelegen, und führte diesen zu der Annahme, daß die Pflanzen es seien, welche die Luft verbessern indem sie von Kohlensäure leben, gewissermaßen das Excrement der Thiere und der Menschen verzehren und dadurch die von Thieren und Menschen verdorbene Luft wieder reinigen und durch neu hinzugefügten Sauerstoff verbessern sollten. Seit dieser Zeit ist die Pflanzenrespirationstheorie immer nur mit Beziehung auf die vorausgesetzte Luftverbesserung bearbeitet worden, und man hat der Luftverbesserung zu Gefallen alle Thatsachen übersehen, welche mit der angenommenen Luftverbesserung in dem entschiedensten Widerspruch stehen. In der Annahme der genannten Wechselbeziehung in der Respiration der beiden großen Reiche, des Pflanzen- und des Thierreichs fand man die große Anschauung

welche dann vereint die Form fixer Säuren annehmen, wie sie sich in der Essigsäure, Milchsäure, Humussäure, Quellsäure, Geinsäure u. s. w. darstellen, und nach und nach im Bodenwasser auflösen.

f. Nähere Betrachtung der Theorie des Urkohlenstoffs und des Ursprungs der Steinkohle.

§. 24.

Da das Wasser die in ihm gelösten Pflanzennahrungsstoffe immer erst aus dem Boden entnimmt, so ist in der That der Boden der alleinige Quell der substantiellen Pflanzennahrung, und alle entfernten Elemente derselben, vor allen Dingen aber der Kohlenstoff, sind ursprünglich im Boden vorhanden. Das ursprüngliche Vorhandensein von Kohlenstoff im Boden oder in den Gebirgsformationen, woraus dieser sich bildet, ist es nun aber besonders, was man in Betreff der Ernährung hat ableugnen wollen.

Als Grund hierfür nimmt man an, daß es außer der Steinkohle keine andere Kohle in den Gebirgsarten geben soll, und also weil die Steinkohle von Pflanzen stammt, die ersten Pflanzen ihren Kohlenstoff nur aus der Kohlensäure der Luft hätten entnehmen können.

Wenn nun aber die Kohlensäure der Luft die Pflanzennahrung nicht liefert, so ist das Räthsel, wo der erste Kohlenstoff im Boden, der vor dem Dasein des Pflanzenhumus war und ist, gefunden werden kann, noch zu lösen. Die Frage ist hier, ob vor dem Dasein der Pflanzen auf der Welt in der Erde Kohle vorhanden war, und ob noch jetzt in der Erde Kohle vorhanden ist, welche nicht von Pflanzen stammt?

Die chemische Theorie meint, daß es wie keinen Urhumus, so überhaupt keine Urkohle in der Erde gegeben habe, daß dagegen ursprünglich aller Kohlenstoff in der Welt in Form von Kohlensäure nur in der Luft gewesen sei. Es läßt sich aber zeigen, daß diese Meinung irrthümlich ist, und daß es jetzt noch viel Kohle in der Erde giebt, die nicht von Pflanzen stammt. Diese Kohle findet sich in den Graphiten, den schwarzen Glimmern, sowie den Anthraziten, deren Identität mit Steinkohlen sich nicht beweisen läßt; in den Diamanten, ferner in den von Vulkanen aus dem Innern der Erde ausgeworfenen Formen der Kohle, in der Lava wie in der Moya der amerikanischen Vulkane; woraus sich denn die bei dem jüngsten Ausbruch des Vesuv's

beobachtete Ausströmung von Kohlenwasserstoff, das doch nur von erhitzten kohlenhaltigen Substanzen herrühren kann, erklärt.

Der Kohlengehalt der vor der Pflanzenwelt dageweſenen Glimmer und Graphite der Urgebirge, der ſich auch in dem aus den Gneißen und Glimmerſchiefern gebildeten Schutt, welcher den Pflanzen als Boden dient, befindet, erklärt alſo hinreichend den Quell des urſprünglichen Kohlenſtoffs der Pflanzen, ohne daß man zur Kohlenſäure der Luft ſeine Zuflucht zu nehmen brauchte. Der Pflanzenhumus iſt dann nur eine Widerholung des Urhumus der Glimmer, Graphite und Schiefer auf einer höheren Stufe der Entwickelung, wodurch denn auch die Pflanzen mit veränderter Lebensweiſe und Ernährung zur höheren Stufenentwicklung gelangten, die wir deutlich genug ſchon an den urweltlichen Floren ſehen.

Mit den Beweiſen, daß die Steinkohle von Pflanzen ſtammt, iſt alſo im Entfernteſten nicht erwieſen, daß die Pflanzen der Jetztwelt von der Kohlenſäure der Luft leben und die Luft von Kohlenſäure reinigen ſollten. Die Erklärung der Pflanzenernährung durch Kohlenſäure der Luft iſt ohnehin eine bloße Kreisdrehung und eine bloße chemiſche Scheinerklärung. Denn wenn die Kohlenſäure der Luft von Pflanzen verbraucht würde, ſo muß man ſich doch weiter erklären, wie die verbrauchte Kohlenſäure in der Luft wiedererzeugt wird, und dabei muß man doch immer wieder auf die Kohle ſelbſt zurückkommen, durch deren Verbrennung die Kohlenſäure entſtehen müßte; die Kohle ſelbſt würde immer das erſte ſein, und die Erklärung der Pflanzenernährung aus Kohlenſäure iſt dann einer Schlange gleich, die mit dem Munde ihren eigenen Schwanz verſchluckt; ſie iſt eine Schraube ohne Ende. Auch ſtimmt dieſe Erklärung nicht mit der Thatſache überein, daß im Sommer, wo doch die Pflanzen vorzugsweiſe wachſen und Kohlenſäure verbrauchen müßten, die Luft vielmehr reicher an Kohlenſäure iſt wie im Winter, wo die Pflanzen nicht wachſen und keine Kohlenſäure verbrauchen könnten, wie denn überhaupt in Wäldern, wo die ſtärkſte Vegetation iſt, die Luft am kohlenſäurehaltigſten, verdorbenſten, wogegen die Luft der pflanzenleeren Wüſten reiner von Kohlenſäure iſt.

Man kann ſagen, daß durch die Kohlenſäuretheorie der Pflanzenernährung nur Verwirrung in die Pflanzenphyſiologie und die Pflanzenkulturlehre, insbeſonders in die Lehre der Humusbildung gekommen iſt, ohne daß ſie nach irgend einer Seite hin befriedigen könnte oder befriedigt hätte. Weil ſie nach allen Seiten hin zu der landwirthſchaft-

Wäldern und auf Feldern oder durch Düngung hervorgebracht werden, eine Bereicherung des Bodens; dagegen die Humusentziehung eine Erschöpfung und Verschlechterung des Bodens ist. Die Bodenbereicherung durch Humusbildung und der damit zusammenhängende Düngungszustand würde gar keinen Sinn haben, wenn der Reichthum des Bodens an Humus nicht wieder zur Ernährung der Pflanzen verwendet werden könnte. Die Mineraltheorie behauptet nun etwas sich geradezu widersprechendes, indem sie einmal nachweist, daß der Boden durch Pflanzenwuchs bereichert, d. h. für Pflanzenkultur verbessert werde dadurch, daß die Pflanzen aus der Luft leben; dann aber wieder leugnet, daß die Pflanzen von dieser Verbesserung sollten Gebrauch machen, d. h. von dem gebildeten Humus, welcher doch die Bereicherung darstellt, sollten leben könnten, weil sie aus der Luft leben sollen. Man bestreitet hier eine unläugbare Thatsache, bloß weil sie der unerwiesenen Theorie nach nicht dasein könnte. Hier sind nur zwei Fälle möglich; entweder die Humusbildung ist eine Bodenbereicherung und dann müssen die Pflanzen von Humus leben; oder die Pflanzen leben aus der Luft und dann müßte alle Humusdüngung: der Stalldünger, das Unterpflügen der Lupinen, die Moderdüngung mit ihren Erfolgen sich als irrthümlich beweisen lassen.

Die chemische Pflanzenernährungstheorie will uns die eine dieser Thatsachen vor den Augen wegraisonniren und behaupten, daß die Pflanzen den Boden an Humus zwar bereichern, aber gar nicht erschöpfen könnten, weil sie von der Kohlensäure der Luft leben sollen; sie nimmt zwar selbst eine Bodenerschöpfung an, aber behauptet, daß dieß nur eine Erschöpfung an mineralischen Salzen und Aschenbestandtheilen sei. Dadurch entsteht die gründliche Verwirrung in der Düngerpraxis, indem die Landwirthe dadurch zugleich an der Wahrheit der Bodenbereicherung durch Stalldünger irre gemacht werden, und an der Bodenerschöpfung durch Entziehung des durch Humus bewirkten Düngungszustandes mittelst Pflanzenkulturen wieder zweifeln.

Es ist also vor allen Dingen die landwirthschaftliche Thatsache, daß die Bodenerschöpfung wesentlich eine Erschöpfung an Humus und an Stalldünger ist festzuhalten und unwiderleglich zu beweisen. Die Beweise hierfür scheinen mir nun wesentlich in der von mir gemachten Beobachtung zu liegen, daß die Wurzeln der Pflanzen den Humus und den Stalldünger wirklich verzehren.

Wenn Stalldünger in einem unbesäeten oder sonst unfruchtbaren Boden untergeackert wird, so bleibt er jahrelang in seinen Residuen liegen, ohne zu verschwinden. Sowie aber die Wurzeln einer Kartoffel- oder Weizenpflanze mit einem Düngerstück in Berührung kommen, wird dasselbe alsbald aufgezehrt. Wir sehen daher auf einem Kartoffel- oder Rübenfelde diejenigen Düngerstücke, welche ohne mit den Wurzeln in Berührung zu kommen zwischen den einzelnen Pflanzen liegen bleiben, im Herbste noch ziemlich unverändert übrig, während die mit den Wurzeln in Berührung gewesenen Düngertheile vielmehr verzehrt und verschwunden sind. Auf ähnliche Art sehen wir, daß Torf- und Moderstücke, an welche sowohl in Töpfen als im freien Lande die Wurzeln der Pflanzen sich verzweigt und festgehängt haben, von den Wurzeln aufgelöst werden und mit der Zeit gänzlich verschwinden, zuletzt durch Wurzelmassen ersetzt werden, ähnlich wie das Holz von den Wurzeln er Pilze und Schwämme verzehrt wird. In Uebereinstimmung hiermit ist die in der Schrift: die Entdeckung der wahren Pflanzennahrung (S. 65) angeführte weitere Beobachtung, daß durch die Berührung der Pflanzenwurzeln mit Zucker- und Humusextract diese in Essig- und Milchsäure umgebildet und dadurch assimilirbar gemacht werden. Die Berührung der Wurzeln mit den Nahrungsstoffen des Bodens hat auf diese eine ähnliche Wirkung, wie sie der Magen der Thiere auf die Speisen hat, eine Wirkung, die auch darin eine gemeinsame Aehnlichkeit zeigt, daß die Pflanzennahrung wie die thierische bei der Assimilation oxydirt und in Säuren umgebildet wird. Hiernach dürfen wir die Humusconsumtion durch die Pflanzenwurzeln als eine erwiesene, aber bisher ganz übersehene Thatsache betrachten. Dabei ist nun wesentlich, daß die kohlenhaltigen Humusbestandtheile, insbesondere das Humusextrakt durch Berührung mit den Wurzeln und mit der Luft in Humussäuren, diese selbst aber stufenweis in Weinsäure, Milchsäure, Apfelsäure, Gerbsäure u. s. w. umgebildet werden, welche dann die eigentlichen Nahrungsmittel der Pflanze bilden. Das unveränderte Humusextrakt und selbst die unveränderten Humussäuren mit der Quellsäure können noch nicht als Nährstoffe verwendet werden, sondern dazu gehört noch die mit Hülfe der Wurzeln und der Wurzelsekrete bewirkte Veränderung in die jeder Pflanze eigenthümlich zusagende: Weinsäure, Milchsäure, Gerbsäure u. s. w., in welche nur die Humusbestandtheile, nicht aber die Kohlensäure umgebildet werden können.

§. 33.

So können wir nun zwar sagen, daß die alte Bodenernährungs- und die Humustheorie im Wesentlichen die richtigere ist; allein wir müssen dabei gestehen, daß diese Theorie von Thaer, Schwerz u. a. eigentlich wissenschaftlich niemals zergliedert und gründlich bewiesen worden, und noch weniger richtig verstanden worden ist. Die Humustheorie in dem Zustande, bei dem man eine Aufnahme des unveränderten Humusextraktes in die Pflanze voraussetzte, wie sie von Thaer und Schwerz angenommen wurde, kann sich den Fortschritten der Wissenschaft, namentlich der Pflanzenphysiologie und Chemie gegenüber nicht mehr halten, obgleich ihr eine fundamentale Praxis zur Stütze dient. Thaer und Schwerz kannten die stufenweisen Veränderungen der Humusbestandtheile noch zu wenig und entbehrten die Kenntniß der neueren Entdeckungen über die Respiration der Pflanzen, wie über die Funktion der Holz- und Rindenorgane, wodurch es ihnen versagt bleiben mußte, den inneren Verlauf der Thätigkeiten bei der Assimilation der Pflanzennahrung so genau zu verfolgen, als wir es jetzt zu thun im Stande sind. Daß also ein Fortschritt über Thaer und Schwerz hinaus gemacht werden muß ist gewiß; allein es ist eben so sicher, daß dieser Fortschritt nur auf der Grundlage der großen Thatsachen der Bodenernährung, auf welche Thaer fußte, gemacht werden kann.

Thaer kannte insbesondere den Widerspruch zwischen den Theorien der Humuserzeugung oder Humusconsumtion noch nicht, weil ihm die Thatsachen der Humusvermehrung ohne Dünger besonders in Wäldern noch nicht so klar vor Augen lagen, auf diese Thatsachen damals auch nicht so großes Gewicht gelegt wurde, als in neuerer Zeit darauf gelegt worden ist.

Jetzt nun läßt sich übersehen, daß außer den falschen Schlüssen die Darwin und Liebig aus der Thatsache der Humusvermehrung ohne Dünger gezogen haben, auch diese Thatsache selbst sehr übertrieben und entstellt vorgetragen worden ist. Denn einmal ist es unrichtig anzunehmen, daß die Wälder ganz ohne thierische Düngung sein sollten, da in den Wäldern überall eine Art Naturdüngung vor sich geht, indem ein sehr reges Thierleben in ihnen vorhanden ist, wobei durch die Exkremente und die Thierleichen von den Insekten und Würmern an bis zu den Vögeln und Säugethieren herauf immer eine Düngung stattfindet; auch namentlich die Waldbeweidung neben der massenhaften Insektendüngung hoch anzuschlagen ist, weil dadurch die Wälder sehr

reichlich mit thierischem Dünger gedüngt werden. Alsdann ist es ganz unrichtig, von den Wiesen im Allgemeinen zu glauben, daß sie gar nicht künstlich gedüngt würden. Denn im Gegentheil ist die künstliche Düngung der Wiesen, namentlich in der Schweiz, die Regel, und hier kann man sich nicht auf Humusbildung ohne Dünger berufen. Wo aber eine jährliche Ueberschwemmung der Wiesen durch Flußwasser statt findet, da giebt nicht bloß der düngende vegetabilische Schlamm, der sich absetzt, sondern noch mehr die Masse der Muschel- und Schneckenleichen, die nach dem Abfluß zurückbleiben, eine reichliche thierische Düngung, und solche Wiesen können nicht als Beweis von Pflanzennährung aus der Kohlensäure der Luft angeführt werden. (§ 20.)

Die natürliche sowohl als die künstliche Düngung der Wiesen und Wälder mit thierischem und vegetabilischem Moder ist nun aber in völliger Uebereinstimmung mit den Thatsachen der Humusbildung wie der Humusconsumtion. Ueberall wird durch die Düngung zuerst der Boden, dann das Bodenwasser bereichert, so wie durch die abfallenden und vermodernden Blätter Humus erzeugt, während durch Einwirkung der Wurzeln auf die nährenden Theile des Wassers wie des Bodens die Consumtion stattfindet.

§. 33 a.

In Wäldern tritt hier das Eigene hervor, daß die Wurzeln der Bäume viel weiter in die Tiefe gehen und sich seitlich weiter ausbreiten, überhaupt in Breite und Tiefe sich viel stärker und dichter verzweigen, als bei den Feldgewächsen der Fall ist. Durch diese ausgebreitetere und dichtere Wurzelverzweigung ist daher eine stärkere und tiefere Aussaugung des Bodens gegeben, als bei Feldpflanzen möglich ist. Mit der Größe der Bäume und der Ausbreitung ihrer Wurzeln nimmt dieses Verhältniß zu. Dafür ist aber durch den größeren Abfall an absterbenden Blättern und Zweigen in den Wäldern die Humusbildung auf der Oberfläche des Bodens größer, und weil hier der Abfall nicht untergeackert wird, wie auf Feldern, so schreibt sich daher die größere Ansammlung von Humus auf der Oberfläche des Bodens der Wälder. Der Waldboden wird daher nach einer Reihe von Jahren in der Tiefe magerer, auf der Oberfläche an Humus reicher sein, als der Feldboden.

Man hat aber mit Unrecht aus der Ansammlung des niemals untergeackerten Humus in Wäldern auf einen Ursprung des Kohlen-

stoffs dieses Humus aus der Kohlensäure der Luft geschlossen, indem man die Pflanzen als bloße chemische Kohlenfabriken betrachtet hat, wodurch Kohlensäure in Kohlen reduzirt werden sollte, denn die Humusbildung auf der Oberfläche des Waldbodens hat vielmehr in dem aus größerer Tiefe hervorgeholten Bodenwasser ihren Ursprung, in dem nicht sowohl Kohlensäure als vielmehr Kohlenstoff in Gestalt von zusammengesetzten Radikalen der mehrgenannten Säuren vorhanden ist, in denen der Kohlenstoff mit Wasserstoff und Stickstoff und allen übrigen Bestandtheilen der Pflanzennahrung zu einer einheitlichen Substanz verbunden ist. Die Pflanzen sind nicht bloße Kohlenfabriken, sondern vielmehr natürliche Holz-, Rinde-, Stärke-, Zucker-, Kleber-, Gummi-, Harz-, Talg-, Oel-, Wachsfabriken, und es ist eine sehr einseitig chemische Betrachtung gewesen, nur auf die entfernten chemischen Elemente dieser Pflanzenprodukte die Aufmerksamkeit zu richten, nur mit dem Ursprung von abstraktem Kohlenstoff und Stickstoff sich abzumühen, die concreten Gebilde der Pflanzen dabei aber ganz zu übersehen.

Ingenhouß und nach ihm Liebig führten gegen die Theorie der Humusernährung an, daß das Humusextract braun gefärbt, die Pflanzensäfte aber farblos oder doch nicht braun gefärbt seien. Dieser Einwurf würde nur die Theorie von Gioberti und Hassenfratz treffen, nach der das unveränderte Humusextract und die Mistjauche von den Pflanzen aufgenommen werden sollten, ohne Rücksicht auf die Umbildungen in oxydirte Stoffe, welche die Humuslösungen erleiden. Im Uebrigen ist er durchaus unbegründet. Denn einmal giebt es auch fast farblose Humuslösungen und selbst die im concentrirten Zustande gefärbten sind in dem verdünnten Zustande, wie sie als Quellwasser erscheinen, mehr oder weniger farblos. Alsdann aber wird der Holzsaft der Pflanzen, wenn er, wie bei der Zuckerbereitung, eingedickt wird, braun wie der Syrup, wie ich in der Schrift: „Cyclose des Lebenssaftes“ gezeigt habe, brauner als selbst die Mistjauche. Aus der Färbung der Humuslösungen ist also im Geringsten kein Grund gegen die Humusernährung zu entnehmen. Daß die Wälder aus der Kohlensäure der Luft ihren Kohlenstoff nicht bereiten und den Wasserstoff und Sauerstoff nicht aus dem Wasser entnehmen, geht auch aus den von den Kohlenhydraten ganz abweichenden Verhältnissen hervor, in welchen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in den verschiedenen Pflanzensubstanzen wie in der Steinkohle sich befinden. (§. 20.)

§. 34.

Immer bleibt der Boden die große Werkstatt, worin die Pflanzennahrung zubereitet, und das große Reservoir, worin sie aufbewahrt wird. Der Boden allein ist der Magen der Pflanzen. Diese große Wahrheit verstehen zu lernen ist eine wesentliche Aufgabe der Pflanzenphysiologie. Obgleich die Luft ein Hülfsmittel dieser Zubereitung ist, so gehört doch die Entstehung der spezifischen Natur der Pflanzennahrung als einer einheitlichen Substanz allein dem Boden an; daher ist es die Bodenverschiedenheit und Bodeneigenthümlichkeit, und nicht die Luftverschiedenheit der Gärten, der Felder, der Güter, wodurch die Vegetation regiert wird und wonach sich das Wachsthum richtet. Alles was die Kultur in den Pflanzen hervorbringen will, bringt sie daher durch die Bodenbehandlung hervor, und sie kann sich bei der Holz-, Stärkemehl-, Kleber-, Fetterzeugung durch Pflanzen in keinem Punkt auf die Kohlensäure oder das Ammoniak der Luft verlassen, weil es bei einer Gleichheit der Luft auf allen Gütern und Gärten immer nur der Boden ist, wodurch eine Kulturverschiedenheit in der Produktion der genannten Stoffe entsteht. Hätte die Feld- und Gartenkultur nicht den Boden in Bezug auf alle von den Pflanzen zu produzirenden Blumen, Früchte, Hölzer und Stoffe in der Hand, so wäre sie sehr ohnmächtig, und die neueren chemischen Pflanzenernährungstheorieen, welche sich mit den Kohlen- und Stickstoffbestandtheilen der Luft abmühen, sind auf ein Gebiet gerathen, das mit der Praxis der Pflanzenkultur gar keinen Zusammenhang hat, sich in Vermuthungen verliert, auf eitle Hoffnungen stützt und sich schon mit den Grenzen der menschlichen Erkenntniß begnügt, wo die Erkenntniß kaum angefangen hat; sie geben eine rein chemische Agrikulturwissenschaft, die alle pflanzlichen Ziele und menschlichen Zwecke aus den Augen verliert, und mit der Lebenspraxis der Agrikultur überall in Collision geräth.

Wenn eine Pflanze gut wachsen soll, so müssen ihre Wurzeln immer mit dem Boden oder mit einem nährenden Wasser in Berührung sein. Fleischige Pflanzen (wie Zwiebeln) können zwar blühen ohne daß ihre Wurzeln Nahrung aus dem Boden nähmen, alsdann aber wird der blühende Theil ausgesaugt und kommt im Wuchs nicht weiter. Obgleich viele parasitische Orchideen in Treibhäusern aus ihren überirdischen Stengelgliedern viele, scheinbar vergebliche Luftwurzeln treiben, die nicht mit dem Boden in Berührung kommen, so kann die Pflanze ohne mit den Wurzeln ihrer unteren Stengelglieder im Boden zu

haften, nicht gedeihen, und die sämmtlichen Luftwurzeln schmiegen sich gleich dem Boden an, so wie sie mit ihm in Berührung kommen; wir haben keinen Beweis dafür, daß die Wurzelu aus der Luft Nahrung einsaugten, im Gegentheil vertrocknen die Luftwurzeln zuletzt, wenn sie den Boden nicht erreichen. Das Wurzeltreiben der überirdischen Stengelglieder hängt mit der Individualität jedes dieser Glieder zusammen und ist eine von selbst entstehende Ablegerbildung, welche vollzogen erscheint, so wie die Wurzeln der Ablegeglieder mit dem Boden in Berührung kommen. In der Luft aber kann der getrennte Ableger nicht bestehen. Darum sprechen alle diese Erscheinungen für die Bodenernährung, wenn sie richtig verstanden sind (vergl. §. 14).

Wir dürfen sagen, daß die Ingenhouß'sche Lufternährungstheorie überhaupt und insbesondere die Kohlensäuretheorie zeither wie ein Alp auf die landwirthschaftliche und gärtnerische Praxis gedrückt und gewaltsam verhindert hat, daß man den Wald vor Bäumen hätte sehen können. Ein Aberglauben an die pflanzennährende Kraft der Luft, welche die Chemie angebetet hat, ohne daß sie den Oekonomen und Gärtnern jemals ihre wirksamen Dienste und Wohlthaten gezeigt hätte, hat die Gemüther gefangen gehalten, welche nach Aufklärung streben, und ihnen vielmehr alle Wege zur wahren Aufklärung über Bodengüte, Bonitirung, Düngung versperrt und die wahren Hebel des wissenschaftlichen Fortschritts in der praktischen Pflanzenkultur gelähmt. Man sieht, wie schwer es ist sich von wissenschaftlichen Vorurtheilen zu befreien, besonders wenn sie eingewurzelt sind und fanatische Vertheidiger finden. Wir leben tagtäglich von Kartoffeln, deren Kohlenstoff wir durch die Kunst thierischer und vegetabilischer Humusdüngung erzeugt haben; wir sehen, daß die Luft uns und die Kartoffeln verläßt und unfähig ist die geringste Menge von Kohlenstoff zum Stärkemehl der Kartoffeln herzugeben, aber wir glauben nicht was wir sehen, weil wir uns vor der herrschenden Theorie fürchten, die jedoch ganz und gar in der Luft schwebt, und die uns in Wirklichkeit wie nicht nützen so nicht schaden könnte, wenn wir uns durch den Aberglauben an diese Theorie nicht selbst den Schaden zufügten.

b. Die Düngung.

§. 35.

Die Theorie der Düngung ist eine der schwierigsten Dinge für die Wissenschaft wie für die ökonomische Praxis. Einerseits ist der

Dünger eine chemische Substanz, deren Beschaffenheit von den chemischen Bestandtheilen abhängt, andrerseits ist es die lebende Pflanze, welche den Dünger als ihre Nahrung in ihr Fleisch und Blut verwandeln soll, wobei die chemischen Qualitäten verarbeitet, zernichtet werden und indifferente Stoffe wie Gummi, Zucker, Eiweiß entstehen, welche dann in organische Formgebilde verwandelt werden. Da die Verarbeitung des Düngers von der Lebensthätigkeit der Pflanzen abhängt, welche bei verschiedenen Pflanzen spezifische Verschiedenheiten zeigt, so ist die Wirkung eines und desselben Düngers auf verschiedene Pflanzen, je nach ihrer spezifischen Natur und verarbeitenden Kraft, verschieden. Gewisse Pflanzen wie der Tabak, die Kartoffeln, ertragen, ja erfordern frischen Dünger zur Ausbildung der Güte ihrer Produkte, andere, wie die Orangenbäume, die Runkelrüben ertragen frischen Dünger weniger; die Runkelrüben ertragen sogar den Dünger gewisser Thiere, z. B. Pferdedünger, nicht, während sie in vermodertem Kuhdünger ihren Zucker besser ausbilden. Die Heiden (Erica) vertragen sogar ganz und gar keinen thierischen Dünger, indem sie dadurch getödtet werden. Der Kloakendünger giebt den Kartoffeln, der Pferdedünger dem Wein einen Beigeschmack, den andere Früchte nicht von ihnen erhalten. Der frische Dünger, überhaupt und besonders frischer Pferdedünger, wie ähnlich die Düngung mit Mineraldünger der kohlensaures Ammoniak enthielt, erzeugen in den Runkelrüben (wie überhaupt in den zur Familie der Chenopodeen gehörigen Pflanzen) eine übermäßige Quantität von salpetersauren Salzen, wobei die Zuckerbildung in den Rüben entweder ganz verhindert oder so verringert wird, daß die Melasse und der Syrup vor Salpetergehalt nicht zu gebrauchen sind. Hier ist also der Stickstoffgehalt des Düngers nicht nützlich, sondern schädlich. Eine solche Salpeterbildung nach Ammoniak, Pferdedünger oder frischer Düngung überhaupt findet sich bei anderen, außer den zur Familie der Chenopodeen gehörigen Pflanzen, z. B. den Getreidearten, Hülsenfrüchten ganz und gar nicht, was keinen anderen Grund hat, als den, daß derselbe Dünger von der specifischen Lebensthätigkeit verschiedener Pflanzen auf verschiedene Weise verarbeitet und in verschiedene Stoffe der Pflanze umgebildet wird.

Verschiedene Pflanzen, welche in demselben Medium wachsen und dieselbe Nahrung erhalten, bilden daraus je nach ihrer Art sehr verschiedene Stoffe. So die verschiedenen Tangarten, die in demselben Meerwasser und auf demselben Boden beisammen stehen. Laurentia

pinnatitida enthält eine pfefferartige Schärfe; Chondrus crispus (Carageen-Moos), Sphaerococcus amylaceus bilden Moosstärke, Laminaria saccharina Mannazucker, Fucus serratus enthält in der Asche 21 Procent, F. digitatus nur 8 Procent Natron, F. serratus enthält 4,5 Procent, F. digitatus 22,4 Procent Kali; F. digitatus enthält 3,6 Procent, F. vesiculosus nur 0,3 Procent Jodnatrium auf demselben Boden, in demselben Wasser.

Die Synenesisten, wie der Wermuth, enthalten in der Asche sehr viel Kali (das Sal Absynthii), während die daneben wachsenden Gräser viel Kieselerde aber wenig Kali enthalten. In einem und demselben Boden bildet die Färberröthe ihren rothen, der Safflor und Safran gelben Farbstoff, die Mohrrübe Zucker, der Enzian Bitterstoff aus, woraus wir lernen müssen, daß wir weit entfernt sind, aus der chemischen Mischung der Nahrung die Stoffe berechnen zu können, welche sich daraus in der Pflanze bilden.

Aus diesem Grunde erscheint die Düngerfrage keinesweges als eine rein chemische, sondern zugleich als eine pflanzenphysiologische Frage, und die Düngertheorie ist aus rein chemischen Gesichtspunkten nicht zu erledigen. Wir dürfen nicht glauben, daß man den Pflanzen ihre Stoffbildungen in den Düngerbestandtheilen vorbilden, oder die Stoffe, welche sie bilden sollen, in den Dünger nach chemischen Gesetzen vorschreiben könne. (Einl. §. 1.)

Die Boden- und Düngerqualität muß daher der spezifischen Natur der verschiedenen Pflanzen entsprechen in der Weise, daß die Pflanze ihrer Nahrung Herr werden und sie gehörig verdauen kann. Viele Pflanzen sind in diesem Punkte so empfindlich, daß sie ihre beste Qualität nur in sehr bestimmten Lokalitäten ausbilden, wie die Teltower weißen Rüben, die nicht einmal auf allen Theilen der Teltower Feldmark gedeihlich wachsen. So ist die Düngertheorie überall nicht bloß von der chemischen Seite zu betrachten. Dazu kommt noch, daß Pflanzen, die blühen und Früchte tragen, eine andere Düngung als diejenigen, welche mehr wachsen und Kraut bilden sollen, verlangen, worüber in der Schrift: „Entdeckung der Pflanzennahrung“ gehandelt worden ist.

Hierauf bezieht sich nun vor allem die thierische Düngung oder Stalldüngung, die um so nothwendiger ist, je mehr die kultivirten Pflanzen blühen und Früchte tragen sollen, während vegetabilischer Humus mehr zum Wachsen antreibt. Darum geht die Pflanzenkultur

in der Landwirthschaft immer Hand in Hand mit der Viehzucht, und durch Verbesserung und Vergrößerung der Viehzucht ist die Landwirthschaft und der Kornbau überall am meisten gehoben worden, während mit der Verringerung der Viehzucht die ganze Landwirthschaft ruinirt worden ist, und bei Befolgung von Liebig's Ansichten ruinirt werden würde. Der Grund, weshalb in Nord-Amerika und namentlich in Canada ein so üppiger Blatt- und Stengelwuchs Statt findet, daß die Halme 6 bis 7 Fuß hoch werden, solche Pflanzen aber nur kümmerlich kleine Aehren und wenig Körner tragen, ist allein an dem Mangel an thierischer Düngung des schwarzen, humosen Bodens zu suchen.

c. Kloakenfrage.

§. 36.

In der neuesten Zeit hat die Kloakendüngerfrage großes Interesse erregt und vielseitige Bearbeitung erfahren, indem man von einer besseren Benutzung des Kloakendüngers das materielle Wohl der Völker für abhängig hält. Diese Frage ist von chemischer Seite besonders unter dem Gesichtspunkte des Gehalts des Kloakendüngers an phosphorsauren Salzen behandelt und der Werth desselben, als von dem Gehalt an phosphorsaurem Kalk bedingt, betrachtet worden. Die Oekonomen sind beschuldigt worden, daß sie den Werth des Kloakendüngers nicht zu schätzen und die Ursachen desselben nicht zu erkennen gewußt hätten.

Indessen ist die Kloakendünger- zunächst keine rein ökonomische, sondern zugleich eine sanitätliche oder medizinisch-polizeiliche Frage, ja eine Frage, welche von jeher in den Händen der Sanitätsverwaltungen gewesen und behandelt worden ist, und woran sich nur die Landwirthe in der Nähe großer Städte theilnehmend haben anschließen können. Die Ansammlung menschlicher Excremente in den Städten verdirbt die Luft und das Bodenwasser, die Brunnen, und daher geht das Bestreben dahin, durch Entfernung derselben reine Luft und reines Wasser zu schaffen. Wie die Entfernung derselben am besten geschieht, durch Abfuhr oder Abspülung, ist eine seit dem Alterthum behandelte Frage.

Schon zur Zeit des Tarquinius Priscus suchte man die Ursachen der Pest in Rom in der Fäulniß angehäufter menschlicher und thierischer Abwürfe und suchte Abhülfe durch Anlage der Cloaca maxima, in welcher alle Zweigkanäle und Rinnsteine führten, in welche die Abwürfe fortgespült und in die Tiber geleitet wurden. Die schönen

Wasserleitungen Rom's und die gegen den Fluß erhobene hügelige Lage des alten Rom's, in welchem die niedrige flache Ebene des alten Campo marzo noch gar nicht bebaut war, begünstigten diese Einrichtung, da das reichliche Wasser und das starke Gefälle der Kanäle den Abfluß in die Tiber erleichterte. Die Festigkeit des Bauwerks des Hauptkanals, der Cloaca maxima, ist weltbekannt, sie ist auch hinreichend groß, so daß man mit einem beladenen Heuwagen durchfahren könnte. Nichtsdestoweniger wurde der Zweck der Luftverbesserung nicht erreicht, und man hat, da die Pest nach wie vor wiederkehrte, das Kanalsystem bis auf die unzerstörbare Cloaca maxima verfallen lassen. Die Abfuhr der Auswürfe wurde im alten Rom dadurch erschwert, daß wenig, vielleicht gar keine Abtritte da waren, die noch jetzt in Italien sehr selten sind, wo alle Nothdurft auf der Straße oder in Winkeln derselben verrichtet oder alle Excremente der Nachteimer auf die Straße geschüttet und allenfalls mit dem Wasser der Bäder, den Latrinen, fortgespült wurde. Noch jetzt ist die Unreinlichkeit in Italien (und Griechenland) so groß, daß man alle Einbuchtungen der Straßen und Plätze mit Häufchen menschlicher Excremente bedeckt sieht, von denen die Hafendämme kleiner Städte z. B. von Pirano oft so voll liegen, daß man ohne sich zu beschmutzen nicht aus dem Schiffe steigen kann. Den Gestank, der daraus in der Hitze entsteht, kann man sich denken. Die ungepflasterte Via di monte Tarpeja, welche auf dem Kapitolium in Rom zwischen dem Palazzo Caffarelli der preußischen Gesandtschaft und der dazu gehörigen Casa Tarpeja durchgeht, scheint sogar das Recht, sich auf offener Straße hinsetzen zu dürfen, zu haben, denn man erzählt, daß der Papst dem Preußischen Gesandten, der um Abstellung dieser Schmutzerei vorstellig wurde, geantwortet habe: er wolle, daß sein römisches Volk die Freiheit behalte, überall sich zu entleeren, wo es wolle. Wenigstens war im Jahr 1858, wo ich eine Zeit lang in der Casa Tarpeja wohnte, der Schmutz daselbst noch so groß, daß man Abends gar nicht zu Hause kommen konnte, ohne sich zu beschmutzen. Solche Latrinen wegzuwaschen war also und ist noch keine kleine Aufgabe. Die Erfahrungen, welche man im alten Rom mit der Kanalisirung und Wegspülung der menschlichen Excremente gemacht hatte, haben sich in Paris und besonders in London, wo man denselben Versuch gemacht hat, von Neuem wiederholt, nämlich daß das Wegspülen derselben durch Wasser in unterirdischen Kanälen nur noch größere Luft- und Wasserverderbnisse im Gefolge hat, die freilich in

kalten nordischen Ländern immer noch weniger als in dem wärmeren Süden hervortreten.

Die Ansammlung der Excremente in zweckmäßig eingerichteten Abtrittsgruben oder Fässern und die Abfuhr derselben scheint also in sanitätlicher Beziehung das Zweckmäßigste. Dieses Verfahren entspricht auch der Verwendung der menschlichen Excremente zur Düngung am besten, darum ist dann auch dem Düngerbedürfniß der um die Städte liegenden Landgüter entsprechend der Kloakendünger überall gesucht und immer gesucht gewesen. Nur findet sich in sehr großen Städten, daß die Excrementenmasse das Düngerbedürfniß der umliegenden Ortschaften übersteigt, der Dünger also weiter verfahren werden muß. In Gegenden und an Orten, wo keine Viehhaltung ist, wird daher der Kloakendünger mehr gesucht, und in Nizza, Genua sogar von den Hauswirthen personenweis, etwa à 5 Franken jährlich für die Person, von den Gärtnern und Landwirthen gepachtet. Ein Gärtner in Nizza erzählte mir, daß ein Unterschied im Preise des Düngers sei, je nach der guten und schlechten Lebensart der Bewohner eines Hauses. Der Protestantendünger gilt 1 Franken mehr als der Katholikendünger, und der Dünger der Mönche des Minoritenklosters sei nicht das Fuhrlohn werth, weil sie nur schlecht leben.

In Nizza sind an den Wegen zwischen den Gärten Nischen in den Gartenmauern mit öffentlichen Abtritten, welche die Vorübergehenden zum Vortheil des Gartenbesitzers benutzen, indem die Excremente in den Garten fallen und hier als Dünger benutzt werden.

Ueberhaupt ist die Verschwendung menschlicher Excremente im Allgemeinen nicht so groß, als viele mit Liebig glauben, und die Furcht vor derselben ist wohl nur durch die neuere Kanalisirung Londons entstanden, deren auch sanitarisch unpraktische Einrichtung mit der Zeit auch wieder der Verwendung des Kloakeninhalts zur Düngung Platz machen möchte.

Anderseits giebt es auch Gegenden, wo freilich die Vergeudung des thierischen Düngers in's Unglaubliche geht und man mehr Ursache hätte auf das Zurathehalten des thierischen Düngers zum Zweck der Landwirthschaft hinzuwirken.

„In der Kirgisensteppe um Orenburg ist ein schwarzer sandiger Lehmboden, der nach dem ersten Aufbruch 20fache Weizenernten giebt. Der Dünger wird nur zur Heizung gebraucht, sonst aber hier wie in der ganzen angrenzenden fruchtbaren Steppe zur Bodenkultur gar nicht

benutzt, sondern als ein ganz unnützes Material betrachtet, welches oft zu einer wahren Landplage wird, da viele Dörfer, besonders im Frühjahr und Herbst, des überall ellenhoch herumliegenden Düngers wegen nur mit Mühe zu passiren sind. Der Boden giebt im dritten und vierten Jahre nach dem Aufbruch nur noch das sechste und achte Korn und bleibt dann acht bis zehn Jahre lang brach liegen, wo er sich mit einem dichten Graswuchs und mit einem Teppich von schönen gelben und rothen Tulpen bedeckt." (Lebensbilder aus Rußland von einem alten Veteranen. Riga 1863.) Welche Erträge müßten hier durch eine geordnete Düngung des Bodens zu erreichen, und welche Vortheile der Wege- und Luftverbesserung durch die Abfuhr der herumliegenden Düngermassen zu gewinnen sein?

Was die Behandlung der Abtrittsmassen zum Zweck der Düngung betrifft, so hat man nach Liebig's Ansicht die Aufmerksamkeit vor allem auf die Erhaltung des phosphorsauren Kalkes in demselben gerichtet, was ich nach dem eben Gesagten für ganz unrichtig halte. Zwar ist berechnet worden, daß mit der Wegspülung der Abtrittsmassen der zwölf größten preußischen Städte jährlich 20,000 Centner Phosphorsäure verloren gehen würden, indessen ist es einmal bis jetzt noch nicht dahin gekommen, und selbst wenn es dahin kommen würde, wäre es nicht der phosphorsaure Kalk, dessen Verlust hier zu beklagen wäre. Denn da, wie wir gezeigt haben, 1 Morgen Land bei 1 Fuß Tiefe schon 5000 Pfund Knochenerde enthält, so wird ein Gut von 1000 Morgen schon 5000 Centner Knochenerde enthalten, und 4 solcher Güter würden schon den ganzen Ersatz liefern können. Die Vermischung der Excremente mit Eisen- oder Zinkvitriol oder sonstigen chemischen Desinfectionsmitteln, wie Chlorkalk, scheint nicht rathsam, weil diese Dinge den Pflanzen schädlich sind, also den Dünger verderben.

§. 37.

Die menschlichen Abwürfe haben als Pflanzendünger sicher nur dieselbe Bedeutung und Wirkung, wie der thierische Dünger überhaupt, sie wirken nämlich ebenso wie der Guano nicht durch den Gehalt an phosphorsaurem Kalk, sondern durch die Humusbildung und die Produkte der sauren Gährung derselben. Daher ist es unsere Ansicht, daß die Behandlung des Abtrittdüngers ebenso eingerichtet werden muß wie die Behandlung des Stalldüngers, nämlich mit Streumaterial. Sie muß den Zweck haben die Feuch-

tigkeit der Excremente in Streumassen aufzufangen und auf diese Art die allmählige Vermoderung und Humifizirung herbeizuführen. Wo Stroh von Getreide vorhanden ist, muß Stroh dazu verwendet werden, wo nicht, muß anderes Streumaterial, Laub, Nadeln, Farrenkräuter, wie in Italien, genommen werden. Das zweckmäßigste Streu-Ersatzmittel für die Abtritte ist in großen Städten gewiß der Torf, der um so besser als Streumaterial, je schlechter er zum Brennen ist. Es kann also der schlechteste Torf dazu gewiß am nützlichsten verwendet werden, und von den besseren Torfarten das Torfmüll. Der Torf ist an sich schon ein gutes Dungmaterial, und wird in Abtritten zugleich dem sanitarischen Zweck der fäulnißwidrigen Wirkung nach Möglichkeit entsprechen. Auch wird durch das Auffangen der Excremente in Streumaterial die Düngermasse dichter, dadurch gegen die Berührung der Luft mehr abgeschlossen und die Luftverderbniß geringer. Soll also durch die Gewinnung der menschlichen Excremente ein wirklicher Nutzen für die Landwirthschaft erzielt werden, so kann dieser allein durch das Auffangen derselben in passenden Streumaterialien geschehen, und in diesem Betracht darf zwischen thierischen und menschlichen Excrementen kein Unterschied gemacht werden.

d. Gipsdüngung.

§. 38.

Ueber die Wirkung des Gipses auf Pflanzen sind vom rein chemischen Standpunkte aus mehrere Ansichten bekannt geworden, von denen die Liebig'sche am meisten verbreitet ist, nach welcher der Gips durch Bindung des kohlensauren Ammoniaks der Luft oder des Bodens, um es in schwefelsaures Ammoniak umzubilden, wirken sollte. Zu dem, was sonst gegen diese Ansicht laut geworden, möchte ich noch folgende Gründe fügen: 1) Ist in der Atmosphäre so spottwenig Ammoniak, daß der Gips fast nichts zu absorbiren findet. 2) Enthält das Regenwasser ebensowenig Ammoniak, und ist es auch bekannt, daß wenn es regnet das Gipsen nicht hilft. 3) Ist es zweifelhaft, ob das kohlensaure Ammoniak überhaupt den Gips zersetzt. Die Verwandtschaftstabellen der Chemiker geben die Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kalk größer an, als zum Ammoniak, und leugnen also die Zersetzung des Gipses durch Ammoniak. Auch finde ich, daß eine neutrale Gipsauflösung von kohlensaurem Ammoniak nicht gefällt wird, was nur

geschieht, wenn der Gips basisch ist und Aetzkalk enthält. Damit stimmen auch die Versuche von Thomson überein. Dieser ließ im Jahr 1845 unter anderen eine Auflösung von schwefelsaurem Ammoniak durch Ackererde filtriren, welche kohlensauren Kalk enthielt. Das Filtrat zeigte dann schwefelsauren Kalk (Gips), während kohlensaures Ammoniak gebildet und von der Erde absorbirt war. Hieraus geht die größere Verwandtschaft der Schwefelsäure zum Kalk hervor, und daß zwar kohlensaurer Kalk das schwefelsaure Ammoniak, nicht aber kohlensaures Ammoniak den Gips zu zersetzen im Stande ist. Daher ist es denn unmöglich, daß der Gips das kohlensaure Ammoniak der Luft anziehen und binden kann, wie Liebig behauptet, und das von demselben empfohlene Einstreuen von Gips in die Ställe ist ein völlig nutzloses Verfahren. 4) Wird schwefelsaures so wenig als kohlensaures Ammoniak von der Pflanze assimilirt, vielmehr alles Ammoniak im Boden erst zu Salpetersäure oxydirt. Wir haben gezeigt, daß aller Stickstoff in Form von Salpetersäure in die Pflanze gelangt, indem dieselbe daraus den Sauerstoff abscheidet.

Ueberhaupt wird die Wirkung des Gipses in neuerer Zeit, wie ich glaube, irriger Weise auf den Boden bezogen, während er doch seine Hauptwirkung auf Hülsenpflanzen nur dann zeigt, wenn er auf die Blätter gestreut wird.

Daß der Gips nicht durch den Kalkgehalt, sondern nur durch die Schwefelsäure wirkt, hatte schon Thaer dadurch erwiesen, daß das Besprengen der Pflanzen mit schwefelsaurem Wasser ganz dem Bestreuen mit Gips ähnlich wirkt. (§. 12.) Doch ist dabei die Wirkungsart der Schwefelsäure dunkel geblieben. Wir haben nun durch Versuche gezeigt: 1) daß der Gips durch die in vielen Pflanzen und namentlich den Hülsenpflanzen enthaltene Kleesäure zersetzt wird, indem sich kleesaurer Kalk bildet und die Schwefelsäure frei wird. 2) Daß die freie Schwefelsäure dann im Lichte ebenso zersetzt wird wie die übrigen Säuren, indem Sauerstoff ausgeschieden und der Schwefel assimilirt und zur Leguminbildung verwendet wird. 3) Wenn man daher Hülsenpflanzenblätter in Wasser, dem ein entsprechendes Gemenge von Gips und Kleesäure beigemischt ist, dem Sonnenlicht aussetzt, so scheiden diese so viel Sauerstoff aus, als der freien Schwefelsäure entspricht, während reine Kleesäure von den Blättern nicht zersetzt wird und keinen Sauerstoff giebt.

4) Von dieser Wirkung der Kleesäure der Pflanzen auf den in

allen Bodenwässern enthaltenen und damit eingesaugten Gips rührt dann die Bildung des kleesauren Kalkes her, der sich in Form von Rhabarbererde, Raphiden und anderen Krystallformen in so großer Menge bei vielen Pflanzen findet.

5) Schwefelsaure Magnesia hat ähnliche Wirkungen wie der Gips, weil die Kleesäure eine eben so große Verwandschaft zur Bittererde als zum Kalke hat.

Das Dasein des kleesauren Kalkes in den Pflanzen ist seit lange bekannt, aber der Ursprung und die Entstehung desselben ist immer räthselhaft geblieben, konnte auch besonders bei der Lufternährungstheorie nicht eingesehen werden. Model in Petersburg entdeckte im Jahre 1774 im Rhabarber eine Erde, die man seitdem Rhabarbererde nennt und die in so großer Menge darin vorhanden ist, daß der gekaute Rhabarber zwischen den Zähnen knirscht und das Decoct einen Bodensatz dieser Erde fallen läßt. Model hielt diese Erde für Gips, wogegen der berühmte Apotheker Scheele in Stockholm 1784 zeigte, daß die Rhabarbererde kleesaurer Kalk sei. Dieser ist dann in vielen anderen Pflanzen bis zu den Liliaceen und Flechten herunter durch chemische Untersuchungen gefunden worden. Unter den Flechten sind besonders die Krustenflechten oft so voll davon, daß sie kreideweiß auf dem Bruch aussehen, wie besonders Parmelia esculenta, die ich aus Algier besitze, und die zu essen eben nicht angenehm ist, weil sie fast wie Kreide schmeckt und knirscht. Pertusaria communis, Lecanora tartarea enthalten große Mengen kleesauren Kalk, Variolaria communis Ach., die gar nicht vom Kalkboden, sondern von einer Linde genommen war, zeigte Braconnot 47 Procent dieses Salzes. In neuerer Zeit ist die chemische durch die mikroskopische Untersuchung der Krystalle des kleesauren Kalkes ergänzt worden. Sie erscheinen in der Regel in Form von nadelförmigen, spießigen Säulen, die in dichten Bündeln beisammen liegen, seltener in Drusen in Form vierseitiger Prismen. Nur in den alten ausgewachsenen Pflanzen treten sie reichlicher und in größerer Menge auf, weil erst in diesen nach längerer Einsaugung von schwefelsauren, phosphorsauren und essigsauren Kalksalzen, und nach längerer Vegetation und Bildung von Kleesäure der kleesaure Kalk sich ansammeln kann; ältere Stengel und Wurzeln (Aloestämme, Rhabarberwurzeln) starren oft davon, wogegen jugendliche Pflanzentheile, selbst junge Rhabarberwurzeln, noch keine Krystalle von kleesaurem Kalk enthalten. Früher war die Beobachtung des klee-

sauren Kalkes in den Pflanzen eine unerklärte Erscheinung, erst durch die von uns aufgefundene Entstehungsart desselben zeigt sich der nothwendige Zusammenhang seines Daseins mit dem Ernährungs- und Vegetationsprozeß der Pflanzen.

Daß das Gipsen vorzüglich nur auf Hülsenpflanzen, nicht aber auf Gräser (Wiesen, Getreide) wirkt, hat seinen Grund darin, daß die Gräser keine Kleesäure bilden und den Gips nicht zersetzen können. Dagegen zersetzen die Polygoneen, Oxalideen, viele Liliaceen und selbst die Flechten den Gips, welche daher auch große Mengen von kleesaurem Kalk entweder in Krystallen oder in unförmlichen Massen enthalten, weil sie des Schwefels und Phosphors bedürfen, die sie sich aus dem Gips und der Knochenerde assimiliren.

Schluß.

Die Verirrungen der jetzigen Pflanzenernährungstheorie liegen in der mangelhaften Kenntniß der Pflanzenphysiologie, in der zeitigen Herrschaft der anorganischen physikalischen Naturwissenschaften in der Physiologie der Pflanzen wie der Thiere, mittelst deren man die Pflanzen und Thiere nicht als lebende Wesen anerkennt, den prinzipiellen Unterschied von Leben und Tod aufzuheben oder als nicht vorhanden darzustellen und das Pflanzenleben aus mechanischen und chemischen Ursachen zu erklären sucht, indem man das Dasein einer Physiologie als Lebenslehre überhaupt leugnet und die Physiologie durch Physik und Chemie ersetzen will, oder vielmehr in der Physiologie nichts als Physik und Chemie der todten Naturthätigkeiten lehrt.

Die Theorie und Praxis der Pflanzenkulturen ist daher jetzt in den einseitigen Händen der Chemie, die sich von einer Hülfswissenschaft zu einer Herrschaft in der Landwirthschaft emporgehoben hat. Dabei werden alle Lebenszwecke der Oekonomie wie auch der Medizin verkannt und Theorieen gebildet, die mit der Praxis im Widerspruch stehen, weil man die Wissenschaft als um ihrer selbst willen daseiend betrachtet und ihren praktischen Zweck ignorirt oder geradezu leugnet. Was man in der Theorie der Landwirthschaft Wissenschaft nennt ist Chemie und nichts als Chemie, man anerkennt keine andere Wissenschaft und namentlich keine wahre, spezifische, auf eigenen Gesetzen gegründete Physiologie, während doch die Lebensgesetze die Triebkraft der ganzen Landwirthschaft und Gartenkunst bilden. Dieß bringt den krankhaften

Zustand hervor, indem man sich vom Standpunkt der chemischen Theorieen aus großer Fortschritte rühmt, mit denen man in der Praxis, wie eben mit der Knochendüngungstheorie, entweder nicht aus der Stelle kommt oder unversehens rückschreitet. Aus diesem Zustande kann uns nur eine gründliche Agrikulturphysiologie erretten.

Die neuere Landwirthschaft, anstatt zur Bodenausraubung und zur Bodenverarmung zu führen, hat in ganz Europa, in Deutschland, Frankreich, Belgien, auch in England unläugbare Fortschritte zur Bodenverbesserung gemacht; der Bodenertrag hat sich überall gehoben, allein die Bodenverbesserung ist nicht durch Knochendüngung, sondern in erster Reihe durch Verbesserung der Viehzucht und Vermehrung des Stalldüngers, so wie ferner durch Entwässerungen und Bewässerungen, durch Mergelung und sonstige Bodenveränderungen, wie durch solche Düngerbeihülfen, wie Guano, geschehen, die mit der Knochendüngung gar keinen Zusammenhang haben, und die anderseits am allerwenigsten von einer Veränderung der Luft der Landgüter abhängen. Gerade diejenige Kulturmethode, welche von Liebig als ein Raubsystem am meisten angeklagt wird, hat sich in der Praxis umgekehrt als fruchtbringend erwiesen, und es sind nur die durch die Ingenhouß'schen Irrthümer der Lufternährungstheorie entstandenen Vorurtheile, welche den wahren Zusammenhang der ursächlichen Verhältnisse der Bodenverbesserung einzusehen verhindert, und vom rechten Wege überall abzuschweifen die Landwirthe veranlaßt haben. Das Bedürfniß einer besseren Theorie der Pflanzenernährung, der Lufternährungs- und Mineraltheorie gegenüber macht sich in allen Theilen der landwirthschaftlichen Praxis geltend.

Berlin, Druck von L. Burkhardt.

In unterzeichnetem Verlage erscheint:

Jahresbericht

über die

Fortschritte der Agrikultur-Chemie

mit besonderer Berücksichtigung der

Pflanzen-Chemie und Pflanzen-Physiologie,

herausgegeben

von

Dr. Robert Hoffmann,

Docent der Agrikultur-Chemie am Prager Polytechnicum ꝛc.

Der Zweck dieses Werkes ist: Den Landwirthen und überhaupt Jedem, der sich für Agrikultur-Chemie und deren verwandte Zweige interessirt, jährlich die Fortschritte derselben, die Leistungen dieser Wissenschaft in Deutschland, Frankreich und England im Wesentlichen mitzutheilen und kritisch zu beleuchten. Hierdurch wird Jeder in den Stand gesetzt, auf eine leichte und wohlfeile Art mit den neuesten, in einer großen Zahl deutscher und fremder Zeitschriften zerstreut veröffentlichten Erfahrungen, Entdeckungen und Ansichten auf dem so tief ins praktische Leben eingreifenden Gebiete der Agrikultur-Chemie vertraut zu bleiben.

Die Kritik hat sich überall auf das Günstigste und Empfehlenswertheste über dieses Unternehmen ausgesprochen.

Die bisher erschienenen fünf Jahrgänge dieses Jahresberichtes, deren jeder mit einem vollständigen Sach- und Namen-Register versehen ist, enthalten:

Erster	Jahrgang:	Die	Jahre	1858—1859.	Preis	1	Thlr.	15 Sgr.
Zweiter	„	„	„	1859—1860.	„	1	„	27½ „
Dritter	„	„	„	1860—1861.	„	1	„	22½ „
Vierter	„	„	„	1861—1862.	„	1	„	20 „
Fünfter	„	„	„	1862—1863.	„	1	„	20 „

Verlags-Buchhandlung von Julius Springer in Berlin.

In demselben Verlage ist ferner erschienen:

Fraas und Hanstein.

Der Werth der Waldstreu für den Wald

mit besonderer Rücksicht auf den Felsboden und den Sand des Meeresbodens

beleuchtet

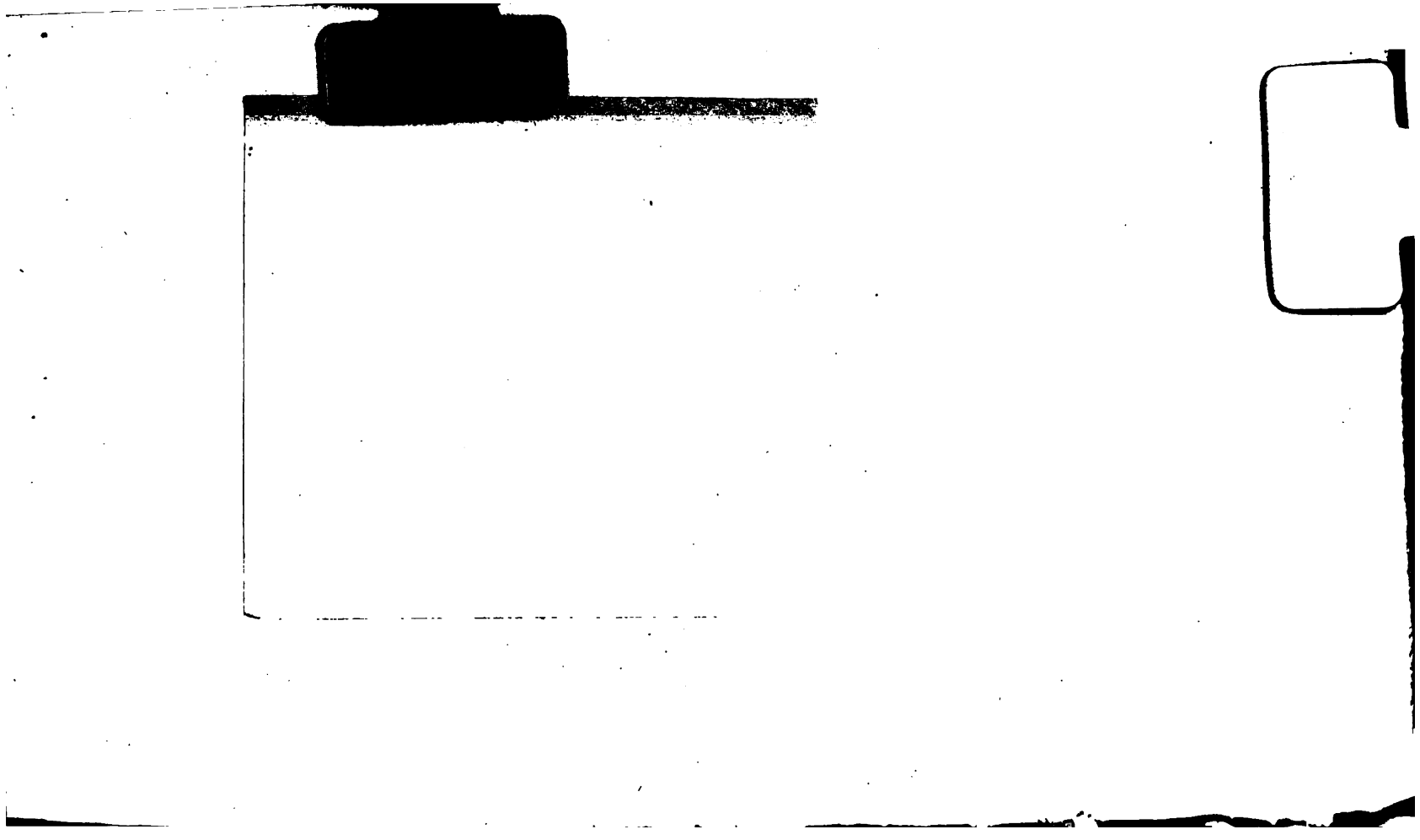
von

Krohn,

Königlich Preußischer Oberförster.

Broch. Preis: 5 Sgr.

Druck von L. Burkhardt in Berlin.



Chem 568.64.5
Ueber pflanzenernahrung,
Cabot Science
003395866
3 2044 091 932 699
Chem